

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Diplomová práce

2014

Bc. Václav Hajtmar

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Systém organizace a řízení obráběcích nástrojů ve výrobním procesu
The Organization and Tool Management in Manufacturing Process

Student

Bc. Václav Hajtmar

Vedoucí diplomové práce

Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Václav Hajtmár**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2303T002 Strojírenská technologie
Specializace: 20 Strojírenská technologie
Téma: **Systém organizace a řízení obráběcích nástrojů ve výrobním procesu**
The Organization and Tool Management in Manufacturing Process

Zásady pro vypracování:

1. Zpracování aktuálního stavu řešené problematiky.
2. Popis stávajícího systému řízení nástrojů.
3. Návrhy ke zlepšení systému řízení nástrojů.
4. Zhodnocení provedených změn a stanovení přínosů pro praxi.
5. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 1. díl*. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.
- [2] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 2. díl*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008, s. 150. ISBN 978-80-248-1822-1.
- [3] ČEP, R.; BRYCHTA, J.; SADÍLEK, M.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2007. s. 251. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [4] NESLUŠAN, M.; TUREK, S.; BRYCHTA, J.; ČEP, R.; TABAČEK, M. *Experimentální metody v trieskovom obrábění*. Žilina : EDIS Žilina, 2007. s. 343. ISBN 978-80-8070-711-8.
- [5] WHITNEY, Daniel E. *Mechanical Assemblies : Their Design, Manufacture, and Role in Product Development*. 2nd edition. New York : Oxford University Press, 2004. 518. p. ISBN 0-19-515782-6.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

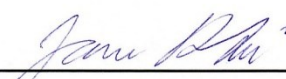
Vedoucí diplomové práce: **Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.**


Konzultant diplomové práce: Ing. Jaroslav Václavek

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014




Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřisežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....19.5.2014


.....Kajdmar

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 19.5.2014


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Václav Hajtmar

Adresa trvalého pobytu autora práce: Rudolfa Pavlů 12, 789 01, Zábřeh

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

HAJTMAR, V. *Systém organizace a řízení obráběcích nástrojů ve výrobním procesu*. Ostrava: katedra obrábění a montáže, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014, 71 s. Diplomová práce, vedoucí Ing. et Ing. gr. Jana Petrů, Ph.D.

Diplomová práce se zabývá systémem a organizací řízení nástrojů v podniku při výrobě lůžek vyměnitelných břitových destiček. V práci bude uveden aktuální stav řešené problematiky, zde patří informace o Tool Managementu, problémech nástrojářen, optimalizaci výrobního systému. Bude popsán stávající systém řízení a navrhované změny. Změny budou zaměřeny především na výdejový systém, zavedení předseřizovacího stroje, optimalizaci řezných podmínek a zavedení kompletního systému pro správu a organizaci nástrojů ve firmě. Cílem práce pak bude navrhované změny v systému řízení výroby zhodnotit pro jejich uplatnění v praxi.

ANNOTATION OF DIPLOMA THESIS

HAJTMAR, V. *The Organization and Tool Management in Manufacturing Process*. Ostrava: department of machining and assembly, Faculty of Mechanical Engineering - Technical University of Ostrava, 2014, 71 p. Diploma thesis, the supervisor Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.

This thesis deals with the system of organization and management of tools in the manufacturing of the beds for indexable cutting inserts. The work will be presented the current state of the topic including information about Tool Management, problems of tool manufacturers and optimization of the production system. It describes the current management system and the proposed changes. The changes will focus primarily on the dispensing system, the introduction of presetting machine, optimization of the production system and the introduction of a complete system for administration and organization of the tools in the company. The aim of the work will be the evaluation of the proposed changes in the system of production management for their application in practice.

Obsah:

Seznam použitého označení a zkratk	9
Úvod	11
1. Zpracování aktuálního stavu řešené problematiky	12
1.1 Problémová místa nástrojářen	12
1.2 Zlepšení stavu ve firmě	13
1.3 Optimalizace řezných podmínek	14
1.4 Optimalizace CNC programu – NC speed	20
1.5 Tool management – optimální využití řezných nástrojů	22
1.6 Paket služeb Guhring Tool Management Service	25
2. Popis stávajícího systému řízení nástrojů	31
2.1 Firma pramet Tools s.r.o.	31
2.2 Systém řízení nástrojů	32
2.3 Výrobní hala	33
2.4 Výrobní stroje	33
2.5 Systém SAP	35
2.6 Vericut	37
2.7 CAD/CAM systém	40
2.8 Knihovna výrobních nástrojů	42
3. Návrhy ke zlepšení systému řízení nástrojů	43
3.1 Celková optimalizace, efektivita výroby	43

3.2 Základní optimalizační strategie	44
3.3 Vericut OptiPath	47
3.4 Výdejový systém	51
3.5 Zásuvkový automat a nástrojová skříň	52
3.6 Seřizovací stroj	54
3.7 BMD 400V	55
3.8 Zavedení systému Tool Managementu	58
3.9 TDM základní modul	60
3.10 TDM storeasy	61
3.11 TDM shopControl	61
3.12 Kompabilita TDM systems	62
4. Zhodnocení provedených změn a stanovení přínosů pro praxi	64
4.1 Zavedení výdejového systému	64
4.2 Zavedení seřizovacího stroje	64
4.3 Rozšíření o modul OptiPath	65
4.4 Změny při zavedení systému Tool Managementu	65
4.5 Ekonomické zhodnocení navrhovaných změn	66
Závěr	68
Seznam použité literatury	69

Seznam použitého označení a zkratek

D - průměr obrobku	[mm]
D_V - sazba vedlejších prací	[Kč]
K_V - kritérium pro vícekritériální hodnocení	[min]
N_C - celkové operační náklady	[Kč/ks]
N_N - náklady na nástroj	[Kč/ks]
N_S - náklady na strojní práci	[Kč/ks]
N_{SH} - hodinová sazba stroje	[Kč/hod]
N_{sn} - náklady na mzdu, provoz stroje	[Kč/hod]
N_V - náklady na vedlejší práci	[Kč/ks]
N_{vn} - náklady na mzdu seřizovače	[Kč/hod]
N_T - náklady na jeden břit nástroje	[Kč/ks]
N_1 - pořizovací náklady na jednu destičku	[Kč]
N_2 - pořizovací náklady na jeden držák pro VBD	[Kč]
Q_T - Počet obrobených kusů za jednotku trvanlivosti nástroje	[-]
T - trvanlivost nástroje	[min]
TO - Tool Management	[-]
VBD - vyměnitelná břitová destička	[-]
VN_u - výrobní náklady na uvažovaný operační úsek	[Kč]
a_p - hloubka třísky	[mm]
c_V - konstanta Taylorova vztahu určující vliv způsobu práce	[-]
f - posuv	[mm]
f_r - rychloposuv	[mm]

l - dráha nástroje v tříse	[mm]
l_n - dráha nástroje náběhů do třísky	[mm]
l_r - dráha nástroje rychloposuvem	[mm]
l_p - dráha výběhu nástroje z třísky	[mm]
n - otáčky	[min ⁻¹]
n_B - počet břitů na destičce	[-]
m - exponent určující míru závislosti řezné rychlosti na trvanlivost	[-]
t_{AS} - jednotkový strojní čas	[min]
t_{AX} - čas jednotkové nepravidelné obsluhy	[min]
t_{vn} - čas na výměnu a seřízení opotřebeného nástroje	[min]
v_c - řezná rychlost	[m . min ⁻¹]
x_v - exponent vyjadřující vliv hloubky řezu	[-]
y_v - exponent vyjadřující vliv posuvu na otáčku	[-]
z - počet garantovaných upnutí	[-]
λ - poměr dráhy nástroje ve směru posuvu a délky obráběné plochy	[-]
π - Ludolfovo číslo	[-]

Úvod

Diplomová práce se bude zabývat systémem a organizací řízení nástrojů v podniku při výrobě lůžek vyměnitelných břitových destiček. Cílem práce je navrhnout změny v systému řízení výroby, pro její lepší organizaci a zefektivnění.

V úvodní kapitole je popsána optimalizace výrobního systému, nejčastější problémová místa nástrojáren, optimalizace řezných podmínek početně, tak i pomocí počítačových programů NC speed. Následně je zde rozepsán systém Tool Management a také Paket služeb Guhring Tool Management Service.

V druhé kapitole je rozepsán stávající systém řízení, podstatný pro výrobu lůžek. Jsou zde také uvedeny informace o výrobní hale. Do systému řízení patří popis systému SAP, nástrojové knihovny, program pro úpravu řezných podmínek Vericut, jaký CAD/CAM firma využívá, atd. Z těchto informací budou určena problémová místa řízení.

Třetí kapitola se zabývá návrhy, které by měly vést k celkovému zlepšení systému řízení nástrojů v podniku. Ať už se jedná o zavedení výdejového systému, předseřizovacího stroje, rozšíření programu Vericut o modul OptiPath, až po zavedení kompletního systému pro řízení a správu nástrojů ve firmě.

V závěrečné části budou uvedeny změny a zhodnoceny ekonomické návrhy při převedení do praxe.

1. Zpracování aktuálního stavu řešené problematiky

1.1 Problémová místa nástrojářen

Výrobci českých nástrojů jsou v současnosti pod velkým tlakem trhu z důvodů snižování cen svých produktů. A to i v těch případech, kdy je velké množství těchto nástrojářen vybaveno srovnatelným technickým vybavením se světovými výrobci. Proto bude náplní této práce dosáhnout vyšší produktivity (efektivnosti) a organizovanosti výroby pomocí systému TM. Některé české nástrojárny totiž stále zaostávají nejen v produktivitě, ale také ve vyšší ceně svých výrobků, kdy se stávají méně konkurenceschopnými světovým výrobcům nástrojů.

K zlepšení těchto stavů dojde pouze na základě určení problémových míst v předvýrobních a výrobních činnostech a následného odstranění těchto procesů.[3]

Hlavním problémem jsou většinou slabá místa a to:

V předvýrobě

- netechnologičnost konstrukce směrem k výrobě
- dlouhé průběžné doby konstrukce na úkor výroby
- neexistující pravidla unifikace
- nesprávné kapacitní plánování už v oblastech TPV
- nedokonalé zajištění změnových řízení
- neexistující a nebo velmi malá zpětná vazba z dílny na programovací CAM pracoviště [3]

V oblasti výroby

- nedostatečné využití trendů obrábění (nástroje, upnutí, CNC stroje)
- nedokonalé, a nebo až chaotické plánování
- technologická nekázeň
- absence software pro optimalizaci CNC programů
- velké prostoje při upínání obrobků
- špatná organizace vynucenou výrobou v kooperaci
- nedodržení předpokládaných kalkulovaných časů
- malé sledování detailních nákladů (časové potřeby)

- zastaralé a nedostatečné CNC systémy
- nevyužívání možností moderních strojů[3]

1.2 Zlepšení stavu ve firmě

Bylo jednoduché napsat všechny nedostatky. Mnohem důležitější ale zůstává najít nápravná opatření, vývojové směry a vše také realizovat. Velmi těžkou otázkou každé firmy je kapacitní plánování. Výrobce se potom potýká s nepředvídatelnými problémy, jako jsou změny v zadání výroby, zpoždění dodávek, havárie, nemoc atd. Správné naplánování zakázek s ohledem na okamžitou situaci disponibilních kapacit firmy je velice důležité.[3]

V takovýchto případech bývá řešení jediné a to zavést komplexní software, který dává řídícím pracovníkům aktuální reálné informace o kapacitách, plánu, realizaci a s těmito faktory spojené náklady. Právě průběžné sledování spotřeby času nebo nákladů podstatně přispívá ke správným rozhodnutím o ekonomičnosti výroby.[3]

V dnešní době velmi silným nástrojem pro komplexní řízení zakázkové výroby jak malé tak i velké firmy bývá WorkPLAN, který je vytvořený přímo na míru pro výrobce nástrojů. V konstrukční činnosti je třeba zaměřit úsilí na tyto dvě oblasti: Vytváření konstrukčních technologických standardů a postupný přechod na „bezvýkresovou výrobu“.[3]

Zavedením těchto opatření se významně sníží náklady na konstrukční práce a hlavně zkrátí čas, který potřebuje výroba nebo koncový zákazník.[3]

V odděleních CAM je nezbytné zavést kvalitní CAM systém, který bude vyhovovat nejen výrobnímu programu a zvyklostem firmy, ale hlavně bude podporovat vysoce produktivní strategii obrábění a kontrolu kolize nástroje. V praxi se jedná o moduly pro pětiosé obrábění a zjišťování kolize tělesa stroje s obrobkem atd. S takto zaručenou bezpečností výroby můžeme dosahovat požadované kvality obrábění a vyloučit havárie stroje. Tyto faktory povedou ke snižování nákladů a i k úspoře času.[3]

Zkušenosti špičkových nástrojáren také potvrzují správnost trendu v instalaci prohlížečů nebo doplňkových licencí CAD/CAM blízko k CNC stroji pro možnost nahlížení či oprav přímo obsluze stroje.[3]

V oblasti CNC frézek je také další nový trend a to uplatňování 5D obrábění. Problémy využívání v pěti osách CNC frézek byla a bude živým tématem. Nastala doba, kdy již není

brzdou užívání 5D obrábění, málo výkonný modul CNC systémů a ani pomalý CNC stroj.[3]

Hlavním faktorem použití 5D systémů CNC frézek i u aplikací, kde to není úplně nutné, je možnost obrábět tvarově složité díly co nejkratším nástrojem (malé vyložení nástroje).[3]

1.3 Optimalizace řezných podmínek

V dnešní době roste význam optimalizace řezných podmínek a trvanlivosti nástrojů zároveň také s rostoucími požadavky na komplexní optimalizaci pracovních podmínek. Zejména pak s vazbou na optimalizaci geometrie a materiálu nástrojů, dále pak při nasazení více nástrojů při práci současně, atd. Tyto optimalizační vztahy jsou velmi náročné a lze je dostatečně řešit pouze na počítači, kdy bude použito vhodných optimalizačních algoritmů.[9]

Pro výběr řezných podmínek je zapotřebí brát v úvahu působení činitelů v soustavě stroj – přípravek – nástroj – obrobek a podřizuje se následujícím požadavkům, omezením a podmínkami, které jsou: [4]

- technické požadavky: to jsou požadavky na přesnost rozměru, tvaru, drsnosti povrchu a polohy
- omezení obráběním: je dáno z charakteru dané metody obrábění, obráběcího stroje (rozsah řezné rychlosti posuvu, chvění, výkon elektromotoru), obráběné součásti (tuhost, obrobitelnost) a nástroje (trvanlivost, chvění atd.)
- ekonomika výroby: každý technologický proces musí být výhodný, tedy hospodárný. [4]

Konvenční optimalizace

V procesech obrábění dochází nejčastěji k postupnému záběru jednotlivých nástrojů a to bez překrývání jejich práce. Kritéria při optimalitě pro jeden nástroj jsou odlišná. Ale z praktického hlediska jsou významná tato dvě: [9]

Kritérium minimálních výrobních nákladů

Toto kritérium se matematicky popisuje:

$$VN_u = \min \quad (1)$$

VN_u - Výrobní náklady na uvažovaný operační úsek v Kč (náklady pouze ze strojního času t_{As}) a čas na výměnu seřízení opotřebovaného nástroje t_{vn} . Náklady na vedlejší práci a seřízení stroje optimalizací rezných podmínek neovlivní. [9]

VN_u jde z hlediska těchto dvou časů rozepsat:

$$VN_u = N_{sn} + N_{vn} \quad (2)$$

N_{sn} - náklady na mzdu, provoz stroje [Kč/hod]

N_{vn} - náklady na mzdu seřizovače [Kč/hod]

Položky N_{sn} lze vyjádřit při obrábění jednoho kusu a jednostrojové obsluze jako následující položky: [9]

- náklady na mzdu dělníka,
- náklady na režijní náklady,
- náklady na nástroje,
- náklady na provoz stroje. [9]

Náklady N_{vn}

- náklady na mzdu seřizovače
- náklady na provoz stroje
- dílenské režijní náklady [9]

V praxi se potom bude počítat (u soustružení hřídele) optimalizace dle minimálních výrobních nákladů následovně:

Vypočítá se jednotkový strojní čas:

$$t_{AS} = \frac{l_n + l + l_p}{n \cdot f} + \frac{l_r}{n \cdot f_r} \quad (3)$$

f - posuv [min⁻¹]

f_r - rychloposuv [min⁻¹]

l - dráha nástroje v třísce [mm]

l_n - dráha nástroje náběhů do třísky [mm]

l_r - dráha nástroje rychloposuvem [mm]

l_p - dráha výběhu nástroje z třísky [mm]

n - otáčky [min⁻¹]

Náklady na strojní práci:

$$N_S = \frac{t_{AS} \cdot N_{SH}}{60} \quad (4)$$

N_{SH} - hodinová sazba stroje [Kč/hod]

t_{AS} - jednotkový strojní čas [min]

Náklady na jeden břit nástroje:

$$N_T = \frac{N_1}{n_B} + \frac{N_2}{z} + \frac{t_{AX} \cdot D_V}{60} \quad (5)$$

D_V - sazba vedlejších prací [Kč]

N₁ - pořizovací náklady na jednu destičku [Kč]

N₂ - pořizovací náklady na jeden držák pro VBD [Kč]

n_B - počet břitů na destičce	[-]
t_{AX} - čas jednotkové nepravidelné obsluhy	[min]
z - počet garantovaných upnutí	[-]

Řezná rychlost:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (6)$$

D - průměr obrobku	[mm]
π - Ludolfovo číslo	[-]

Trvanlivost:

$$T = \frac{c_V^m}{a_p^{x_v} \cdot f^{y_v} \cdot v_c^m} \quad (7)$$

a_p - hloubka třísky	[mm]
c_V - konstanta Taylorova vztahu určující vliv způsobu práce	[-]
v_c - řezná rychlost	[m . min ⁻¹]
x_v - exponent vyjadřující vliv hloubky řezu	[-]
y_v - exponent vyjadřující vliv posuvu na otáčku	[-]
m - exponent určující míru závislosti řezné rychlosti na trvanlivost	[-]

Výpočet λ :

$$\lambda = \frac{1}{l_n + l + l_p} \quad (8)$$

Výpočet Q_T :

$$Q_T = \frac{T}{\lambda \cdot t_{AS}} \quad (9)$$

Náklady na nástroj N_N :

$$N_N = \frac{N_T}{Q_T} \quad (10)$$

Náklady na vedlejší práci N_V :

$$N_V = \frac{t_{AV} \cdot D_V}{60} \quad (11)$$

D_V - sazba vedlejších prací

[Kč]

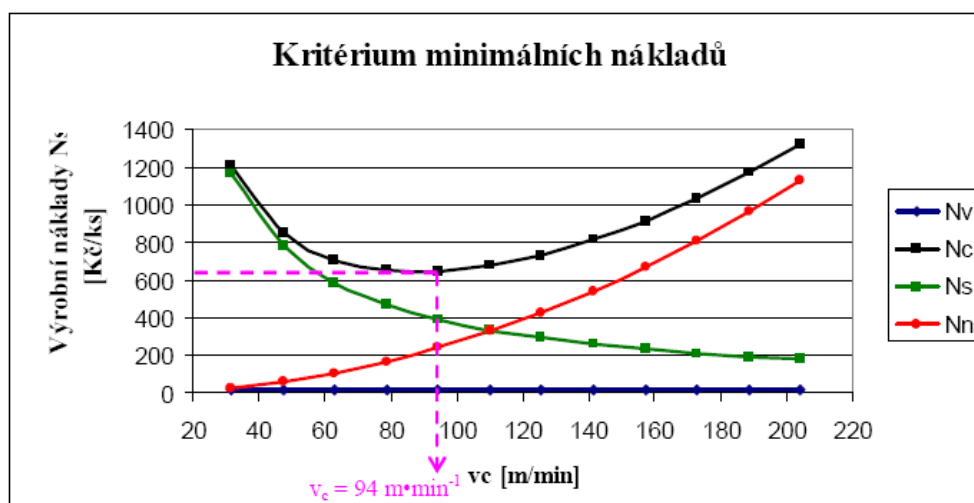
Celkové operační výrobní náklady N_C :

$$N_C = N_S + N_N + N_V \quad (12)$$

Tabulka č. 1 Výpočet optimalizace dle kritéria minimálních nákladů[9]

n	v_c	T	t_{AS}	Q_T	N_S	N_N	N_V	N_C
[min^{-1}]	[$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]	[min]	[min]	[-]	[Kč/ks]	[Kč/ks]	[Kč/ks]	[Kč/ks]
100	31,41	100,552	38,96	2,844	1168	26,75	13,75	1209,4
150	47,12	29,793	25,97	1,264	779,26	60,18	13,75	853,2
200	62,83	12,569	19,48	0,711	584,44	106,99	13,75	705,19
250	78,54	6,435	15,58	0,455	467,56	167,18	13,75	648,48
300	94,25	3,724	12,98	0,316	389,63	240,74	13,75	644,12
350	109,95	2,345	11,13	0,232	333,97	327,67	13,75	675,39
400	125,66	1,571	9,74	0,177	292,22	427,98	13,75	733,96
450	141,37	1,103	8,65	0,14	259,75	541,66	13,75	815,17
500	157,08	0,804	7,79	0,113	233,78	668,72	13,75	916,25
550	172,78	0,604	7,08	0,094	212,52	809,15	13,75	1035,43
600	188,49	0,465	6,49	0,079	194,81	962,96	13,75	1171,52
650	204,2	0,366	5,99	0,067	179,83	1130,14	13,75	1323,72

Na závěr je sestaven z vypočtených hodnot graf, ze kterého je patrné, že náklady $NC = 644,12 \text{ Kč/ks}$ se dosáhnou při obrábění řeznou rychlostí $v_c(MV) = 94,25 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ při zvoleném posuvu $f = 0,5 \text{ mm}$. [9]



Obr. č. 1 Graf kritéria minimálních výrobních nákladů [9]

Rozeznáváme ještě další kritéria a to:

Kritérium maximální produktivity

Jedná se o maximální počet vyráběných součástí za jednotku času. Používá se tam, kde je omezení kapacitou výrobního zařízení. Kritérium maximální produktivity a kritérium minimálních nákladů lze kombinovat tak, aby náklady na obrábění byly minimální a zároveň byl dodržen termín dohotovení zakázky. Používá se tedy v případech konkrétního termínu naplánované zakázky. [9]

Vícekritériální optimalizace

Mohou nastat i případy, kdy je požadován určitý kompromis, a to optimalizace z hlediska minimálních výrobních nákladů a maximální produktivity. Pak se uvažuje vícekritériální hodnocení s kritériem K_v . [9]

Kritérium maximálního zisku

Toto kritérium je podobné s kritériem minimálních výrobních nákladů. K rozdílům dochází z důvodů přihlédnutí k zákonitostem tržního prostředí. [9]

Kritérium maximálního úběru

Shodnost s kritériem maximální produktivity je pouze v případech, kdy se uvažuje předem s optimální trvanlivostí řezného nástroje z hlediska maximální produktivity. Vzhledem k tomu, že je možné optimální trvanlivost určit dříve než optimalizací řezných podmínek pouze za určitých okolností, je použití tohoto kritéria jako kritéria maximální produktivity nesprávné.[9]

Omezující podmínky

Maximální hodnoty řezných podmínek není možné v praxi realizovat. V konkrétních podmínkách se musí vycházet z řady omezení. Čím více bude uvažováno množství omezujících podmínek, tím složitější bude provést optimalizaci. Omezující podmínky jsou dány:[4][9]

- rozsah a počet stupňů volnosti
- obráběcím strojem- počet stupňů a rozsah pracovního vřetene
- maximální užitečný výkon elektromotoru a maximální kroutící moment
- tuhost a pevnost částí upínacího zařízení a obráběcího stroje
- řezným nástrojem – řezivost břitu nástroje
- tuhost nástroje
- pevnost nástroje a jeho jednotlivých částí.
- obrobkem (obrobitelnost)
- tuhost obrobku
- kvalitativní požadavky (přesnost rozměrů, drsnost povrchu, přesnost tvaru)[4]

Předpokladem pro určení řezných podmínek u jednotlivých metod obrábění musí být matematické vyjádření vztahů řezných podmínek a všech druhů omezení. Tyto vztahy jsou určeny experimentálně, nejsou úplně obecně platné. Bývají využity pouze v rozsahu podmínek provedených experimentů.[4]

1.4 Optimalizace CNC programů – NC speed

NC speed je velmi vhodnou pomocí pro zefektivnění CNC strojů. NC speed tedy pracuje jako nadstavba pro jakýkoliv CAM systém a používá se pro analýzu a optimalizaci obráběcích drah. Použití těchto programů v praxi přináší ověřené výsledky v úspoře času,

který je potřebný na obrobení dílu a to až okolo 20 %, úspor nákladů na obráběcí nástroje dokonce až kolem 50 %. Další výhodou je podstatné zvýšení kvality povrchu obrobku vlivem plynulosti obrábění i úspor nákladů a to údržbu stroje vlivem šetrnějšího provozu.[3]

NC speed pracuje již s hotovými NC programy, kdy vygenerovaný CAM program obsahuje konstantní posuvy, jejichž hodnota je dána nutností zvládnutí problematických míst obrábění. A tedy posuv je určitě nižší než maximálně použitelný.[3]

Během dynamického obrábění tvarových dílů bývá tedy konstantní posuv brzdou. NC speed pro simulaci obráběcího procesu bývá použitelný pro libovolný zadaný polotovar a načtených CAM dat a stanoví nám pro ně nové posuvy, které budou lépe vyhovovat rychlejšímu průběhu obrábění. Tyto posuvy jsou pak následně zapsány do optimalizovaných NC programů. NC speed také vyřeší problémy s obráběním „na prázdko“, kdy stroj obrábí vzduch místo materiálu. Díky tomu, že má potřebná data, ví, kde se nástroj pohybuje a kde je nebo není materiál. Pak už dochází k úplnému odstranění drah a nebo jejich zrychlení.[3]

Výhody zavedení programu NC speed

- zavedení programů typu NC speed do praxe je velmi rychlé a snadné
- jednoduchá obsluha
- okamžité dosažení úspor strojních časů
- nemusí se měnit dosavadní způsoby výroby
- není nutno přijímat nové pracovníky, ani pořizovat nový hardware, většinou se použije PC programátorů v CAM oddělení
- lze použít jako plovoucí licenci na více pracovištích.[3]

Ve společnost Pramet Tools s.r.o. se využívá software od výrobce CG Tech, Vericut.

1.5 Tool Management – optimální využití moderních řezných nástrojů

Technicky a ekonomicky vhodné využití moderních obráběcích strojů je podmíněno nasazením výkonných řezných nástrojů. Pouze řezné nástroje připravené na vysoké technologické a konstrukční úrovni umožní plné uplatnění přednosti nových, často automatizovaných obráběcích strojů.[1]

Požadavky na řezné nástroje: univerzální použití, vysoký výkon řezání a vysoká jakost obráběného povrchu, zvyšují nároky na jejich provedení a širší uplatnění progresivních řezných materiálů. Tím rostou náklady na nástroje (pořizovací i provozní) a zhoršují podmínky pro jejich nasazení u uživatelů s kusovou nebo malosériovou výrobou.[1]

A právě hospodárnější využití řezných nástrojů by měl zajistit soubor technických a organizačních prostředků, který začali nabízet v různých variantách především výrobci nástrojů pod obecným názvem Tool Management.[1]

Tool Management tedy v praxi ukazuje, jak najít optimální stav nástrojů ve firmě. Jedná se o prověření a zlepšení všech činností souvisejících s problematikou nástrojů ve firmě. Tam patří výběr, nákup, technologické testování a především odkrývání rezerv v používání nástrojů ve firmě. TM tedy není jednorázový úkon, ale postupný proces zlepšování. Cílem TM je tedy redukce nákladů na obrábění, zvyšování produktivity a tedy zkracování výrobních časů.[3]

Postup při zavedení TM

V prvních krocích se provedou následující úkony:

- orientační analýza stavu výroby
- vytipování klíčových technologií a slabých míst výrobního procesu
- průběžné testy stávajícího stavu s případnými okamžitými návrhy na zlepšení
- technicko-ekonomická vyhodnocení výsledků.[3]

V případě, že se najdou aplikace neefektivního užívání nástrojů, provedou se okamžité změny a následuje vyhodnocení.[3]

Úspěšnost TM závisí na vytrvalosti, důslednosti a také zájmu, zda se budou věci měnit. Za vším vždy stojí lidský kapitál, proto je nedílnou součástí TM důraz na rozvíjení odborných znalostí. Školení obsluh strojů a programátorů.[3]

Aplikace Tool Managementu je vždy velmi specifickou záležitostí. Přesto se dají definovat obecné zásady TM.[3]

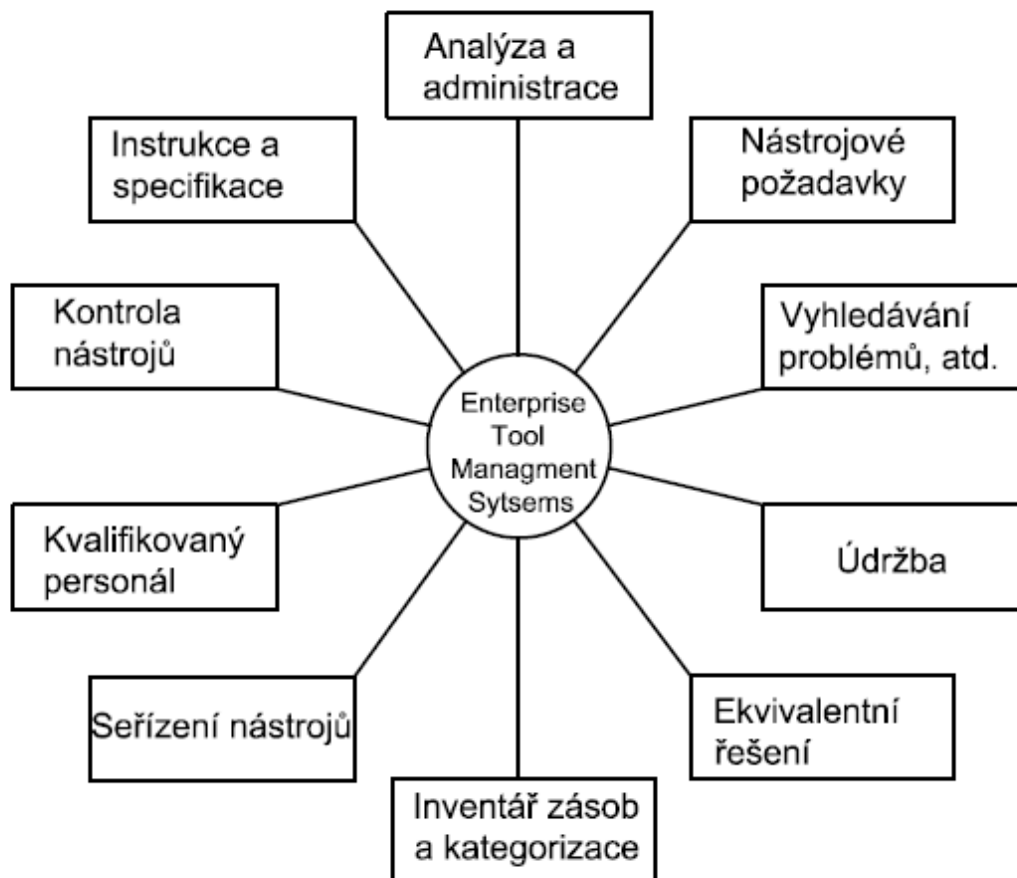
V dnešní době je velice moderní zavádění smluvního systému služeb, který úzce propojuje výrobce s uživatelem. Řeší otázky dodávek nebo zápůjček řezných nástrojů, sledování spotřeby s automatickým doplňováním nástrojů, údržby a oprav nástrojů, likvidace opotřebeného řezného materiálu, atd.[1]

TM služby	
Návrh nástroje a podmínky nasazení - poptávka/nabídka (porovnání a výběr dodavatelů) - objednávka - typ a množství - dodání nových nástrojů	Organizace a vedení hospodaření s nástroji - sledování spotřeby a zásob - automatické doplňování - likvidace spotřebovaných nástrojů - vedení skladu
Příprava pro výrobu - předseřízení - přeprava nástrojů do a z výrobního procesu	Kontrola stavu opotřebených nástrojů - přeprava - přestřžení, oprava apod. - povlakování, dodání uživateli

Obr. č. 2 Rozdělení okruhů služeb TM[1]

Rozdělení TM na obr č. 2 znázorňuje okruhy nabízených služeb s charakteristikou jejich činností. Každý takovýto okruh věcně představuje určitý okruh služeb, které se mohou využít jako samostatný blok. Tak se bude podle potřeby sestavovat určitý okruh služeb. Od jednoho jakéhokoliv okruhu až po uplatnění TM v celém rozsahu. Více o těchto službách je uvedeno na obrázku č. 3, kde jsou vidět konkrétní možnosti TM společnosti Enterprise Tool Management Systems. Podrobněji pak budou rozepsány v kapitole 1. 6, služby od výrobce Guhring.[1]

Doporučení rozsahu aplikace závisí na velkém množství faktorů, kterými jsou, např.: množství a sortiment využívaných řezných nástrojů ve výrobě, počtu a velikosti výrobních jednotek atd. Uživatel by si měl ale rozhodně zajistit odbornou kontrolu nad dohodnutým rozsahem služeb TM. [3]



Obr. č. 3 Konkrétní možnosti služeb společnosti Enterprise Tool Management Systems[7]

Poskytování služeb TM je nabízeno především výrobcí řezných nástrojů, ale také ho nabízí zprostředkované firmy. Rozlišujeme tedy dvě varianty:[1]

Výrobci řezných nástrojů

- Nabídka především na vlastní sortiment nástrojů výrobce.
- Využití je vhodnější při zavádění nové výroby, nebo ve vývoji nových technologických postupů.
- Využití výhodnější i z důvodů odborných služeb a zkušeností výrobce nástrojů.[1]

Zprostředkované firmy

- Především u zavedené výroby s širokým sortimentem nástrojů od různých výrobců.[1]

V obou případech je ale v zájmu uživatelů, aby byla v průběhu využívání TM sledována technická a i ekonomická úroveň procesu a bylo zajištěno, aby systém TM využíval nové poznatky v oboru.[1]

1.6 Paket služeb Guhring Tool Management Service

Tool Management a jeho služby jsou nejčastěji spojovány s firmou Guhring, která je jednou z nejúspěšnějších firem v tomto oboru. A i když je velmi nepravděpodobné použití služeb této společnosti ve firmách typu Pramet s.r.o., mohla by posloužit jako vzor praktického využití dobře organizovaného Tool Managementu.

Pokud se bude mluvit o službách TM, je třeba si uvědomit, že v současné době nabídka a výroba nástrojů, a to především řezných, není pro potřeby současných zákazníků zcela dostačující. Je třeba si uvědomit, že výrobní zázemí, obrábění samotné i moderní řezné nástroje se v současnosti berou jako velmi komplexní záležitost. Tyto parametry mají a budou mít v budoucnu stále větší podíl na efektivnost a co největší využití potenciálu nákladných obráběcích strojů.

K částem těchto vlivů přispívají technologické a organizační okrajové podmínky během životnosti jednotlivých nástrojů – od jejich dodání a nasazení ve výrobě až po jejich likvidaci po ukončení vlastní životnosti. Zde nám nerozhoduje velikost podniku ani obor strojírenské výroby, ale právě míra optimalizace jmenovaných faktorů. Pro tento účel byl vyvinut ucelený komplexní paket služeb Guhring Tool Management Service.[2]

Podle této firmy se v dnešní době uplatňují základní typy (modely) TM nebo jejich kombinace.[1]

Model 1. – řezné nástroje vlastní uživatel a TM zahrnuje jen technické služby, kdy každá služba má ceníkem stanovenou cenu, která bývá uhrazena po jejím poskytnutí, kdy se jedná o systém hospodaření, řezné podmínky, trvanlivost nástrojů, atd.[1]

Model 2. – řezné nástroje vlastní firma, která zajišťuje TM. V těchto případech uživatel hradí tzv. směnovou cenu při odebírání nástrojů ze skladu. Tato cena se vypočte z ceny nového nástroje a všech služeb (ostření), které jsou poskytovány v průběhu jeho životnosti.[1]

Model 3. - řezné nástroje vlastní firma, která zajišťuje TM. Poskytnuté služby i cena nástrojů se účtuje za vyrobenou součást. Uživatel hradí služby až tehdy, kdy byly nástrojem provedeny. Především pro ověřené a zavedené výroby.[1]

Dohodnutý rozsah spolupráce může být pouhé přestřžení řezných nástrojů, až po vybudování celého systému hospodaření s nástroji atd.[1]

Podle dostupných zkušeností bývá s využitím TM reálné dosažení úspor za určitých podmínek 20 až 25 %.[1]

Paralelně ke konstrukci jednotlivých nástrojů bývají optimalizovány a simulovány výrobní procesy z hlediska minimálních časů daných operací.[2]

Tento servis zahrnuje pět modulárních systémů:

- plánování procesu
- logistika
- výdejové systémy
- využití nástrojů
- optimalizace procesů[2]

Plánování procesů

Na základě potřeb výrobců nejrůznějších součástí bývají v první řadě vytvořeny 3D modely obrobků, přípravků a pracovních prostorů. Zvolí se optimální řezné procesy pro maximální hospodárné obrábění. Paralelně ke konstrukci nástrojů bývají simulovány a optimalizovány výrobní procesy.[2]

Logistika

Pomocí těchto modelů se zabráňuje prostojům z důvodů chybějících, a nebo nesprávně dodaných nástrojů. Aby byl správný nástroj v tom správném okamžiku na daném stroji, může také přebírat úkoly v oblasti logistiky:[2]

- systémy výdeje nástrojů TM
- zjištění potřeby
- dispozice a nákup

- konsignační sklad
- správa skladu
- kontrola nástrojů na příjmu
- atd.[2]

Výdejové systémy

Systémy výdeje nástrojů zabezpečují centrální správu nástrojů nonstop. Dodávají se ve třech velikostních sadách. Každý systém má řídicí jednotku – ovládací součást s PC, s dotykovou obrazovkou a čtečkou čárových kódů. Je možné je i vybavit plně automatickými zásuvkami. Dalším rozšířením bývají spirálové automaty pro jednotlivý výdej balící jednotky. Modul tak poskytuje 100 % kontrolu výdeje.[2]

Současně jsou zaznamenávána všechna data o pohybu skladovacích zásob. Vyhodnocení těchto dat umožňuje detailní a rozsáhlé výkaznictví podle rozsáhlých (specifických) kritérií.[2]

Umožňuje to bezproblémové připojení na různé druhy systémů správy on-line připojení na vlastní dodavatele pomocí internetu. Například automatické objednání při dosažení minimálních zásob.[2]

Výdejové systémy snižují náklady pomocí těchto faktorů:

- díky optimalizaci nástrojů sníží vázaný kapitál
- sníží personální náklady při nákupu a správě nástrojů
- nástroje jsou neustále k dispozici a výroba se nikdy nezastaví z důvodu chybícího nástroje ve výdejovém systému
- neustále kontrolují stav skladu
- upozorní na nástroje s docházejícími zásobami
- neomylně kontroluje odběry a vrácení nástrojů, včetně obsluhujících osob
- vybírá nejdříve přeoštřené nástroje před novými[2]



Obr. č. 4 Výdejové systémy šetří čas[2]

Výdejové systémy šetří čas i díky přiřazení nástrojů nákladovému středisku a obsluha je díky tomu vybírá ve třech krocích z automatu. Je možné pořídit jak výkres, tak i řezné podmínky ke každému nástroji. Výdejna se může spravovat i externě.[2]

Využití nástroje

Využití nástroje ve výrobním procesu se skládá z mnoha pracovních kroků. Každého technika v obrábění zpravidla nejvíce zajímá maximální produktivita využití nástroje v řezu, tímto se ale zabývá servisní modul optimalizace procesu. V modelu využití nástroje jde o ostatní neméně důležité činnosti při putování nástroje výrobním procesem (příprava nových a péče o použité nástroje).[2]



Obr. č. 5 Ostření nástroje[2]

Tyto činnosti jsou pak prováděny přímo ve výrobních procesech uživatelů. Jde většinou o vyskladnění, montáž upínačů nebo nástroje, přednastavení a seřízení nebo dokonce i změření délky a průměrů pro nastavení korekce. Po ukončení řezného procesu dochází k demontáži nástrojů, posouzení jejich stavů, zda nástroje přeastřit a nebo je nechat sešrotovat. Vyhození někdy velmi drahých nástrojů ze slinutých karbidů je ne hospodárné a zatěžuje životní prostředí. Proto jsou nabízeny řešení recyklací nástrojů. Díky novým technologiím jsou vyrobeny z recyklovaných nástrojů, nástroje nové.[2]

Optimalizace procesu

Aplikační technici s dlouholetými zkušenostmi se nezaměřují na pouhý nástroj, ale také analyzují všechny složky výrobního procesu:[2]

- výrobní stroje
- způsoby chlazení nástroje
- obrobek
- upnutí obrobku atd.[2]

Pro vyhodnocení možných potenciálů pro optimalizaci se používá ABC analýz nákladů na obrobený díl. Díky tomu je možné na jednu stranu snížit rozmanitost nástrojů a tedy i zmenšení skladu. A na druhou stranu i zvýšit efektivitu.[2]

Cílem Tool Management Service je poskytnutí uživateli řezných nástrojů všechny možné dostupné prostředky potřebné ve výrobním procesu pro odlehčení výroby. A to od správy nástrojů i úkolů a služeb, které netvoří hodnoty. Tyto prostředky pak vedou ke zlepšení technologií, kvality, zkrácení termínů výroby a snižování nákladů pro zvýšení produktivity. [2]

2. Popis stávajícího systému řízení nástrojů

Zde budou popsány vlastnosti jednotlivých systémů a programů použitých ve firmě Pramet Tool s.r.o. Na základě zjištěných parametrů a informací budou určena problémová místa výroby.

2.1 Firma Pramet Tools s.r.o.

Společnost Pramet Tools s.r.o. se zabývá výrobou, vývojem a také prodejem obráběcích nástrojů ze slinutých karbidů. Všechny její produkty se vyrábějí v České republice (EU). Jejich nástroje jsou prodávány prostřednictvím sítě vlastních poboček a rovněž i v síti smluvních partnerů.[5]

V uplynulých letech zaměřila společnost Pramet Tools s.r.o. svoje aktivity převážně na rozvoj obchodní sítě a exportu. Vývoz se díky tomu podílí na celkovém obratu více než 60 %. Služeb společnosti Pramet Tools s.r.o. využívají zákazníci více než z 50 zemí celého světa. Dceřinné společnosti má v devíti zemích světa. A to včetně zámoří, třeba i v Indii a Číně.[5]



Obr. č. 6 Společnost Pramet Tools v Šumperku[5]

Pobočky jsou doplněny reprezentační kanceláří na Ukrajině.[5]

Firma Pramet Tools s.r.o. navazuje na více než šedesátiletou tradici, po kterou se vyrábí slinutý karbid v Šumperku, kde sídlí výrobní závod a také i centrála společnosti.[5]

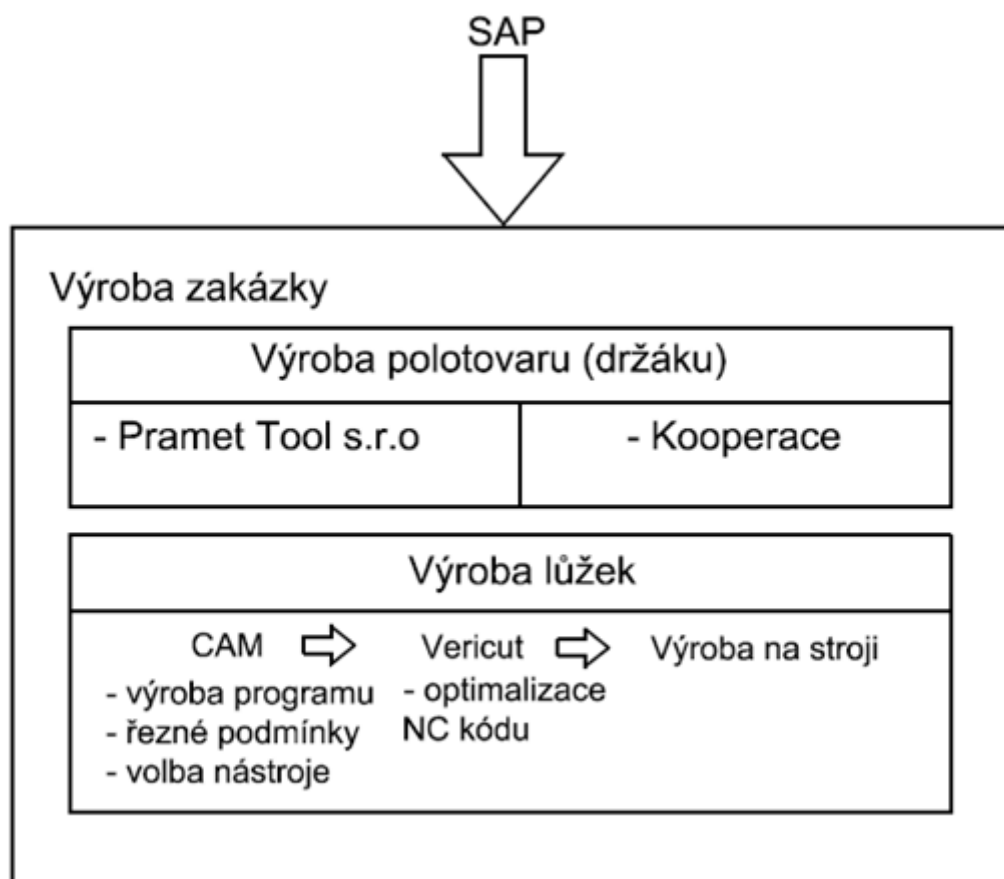
Zde se nachází i ostatní oddělení, včetně oddělení vývoje a výzkumu, marketingu či logistiky. Společnost Pramet Tools s.r.o. má za svůj cíl obsluhovat 1% světového trhu, z čehož vyplývá zařazení mezi 20 největších firem v oboru.[5]

Společnost nabízí žádané produkty z oblastí obrábění a také se specializuje na segmenty železnice a metalurgie, ve kterých chce být světovou špičkou a inovátorem. Zákazníkům nabízí nástroje nejnovější generace a souběžně uvádí i moderní výkonné materiálové povlaky.[5]

2.2 Systém řízení nástrojů

Popisuje stávající systém organizace a využití nástrojů při výrobě lůžek pro VBD, kdy ve firmě probíhá výroba nejen VBD, ale ve speciální hale se také obrábějí lůžka pro zmíněné VBD. Polotovaru je dodáván buďto z kooperace nebo ho firma Pramet Tool vyrábí sama.

Více napoví následující obrázek:



Obr. č. 7 Výroba polotovaru a lůžek pro VBD

2.3 Výrobní hala

Výrobní hala se skládá z několika CNC obráběcích center. U strojů jsou umístěny panely pro ovládání a korekci nástrojů. Výdejový systém je řešen nástrojovou skříní, kde jsou jednotlivé nástroje označeny štítkem s číslem. Technologové jsou v oddělené místnosti na konci výrobní haly. Nástroje se seřizují přímo na strojích.

Tab. č. 2 – Základní údaje výroby

CNC obráběcí centra (ks)	Počet nástrojů (ks)	Počet vyráběných typů lůžek (ks)	Zásobník u jednoho CNC centra (ks)	Počet os, ve kterých se obrábí.
5	cca 500	cca 300	84-155	3-5

2.4 Výrobní stroje

Ve výrobní hale se nachází pět CNC obráběcích strojů. Z toho jsou čtyři typy frézky a jeden soustruh.

Hermle C 30



Obr. č 8 Hermle C30[22]

Tento stroj je určen pro obrábění součástí skříňového tvaru, tak i rotačních součástí. Na pracovišti je v počtu 2 kusů. Obrábí v pěti osách a jeho zásobník se pohybuje od 84 kusů až po 155 kusů.

MCV 754 Quick

Je to vertikální obráběcí centrum. Zvládá komplexní obrábění plochých a skříňových součástí. Je určen pro kovové tak i nekovové materiály, pro kusovou i sériovou výrobu. Velmi se hodí pro situace, kde je požadována přesná výroba u tvarově složitých součástí a forem v nástrojárnách. Obrábění probíhá ve třech osách.[12]



Obr. č. 9 MCV 754 Quick[12]

Mazak 200MS

Jedná se o dvouvřetenový (protivřetenový) soustruh s poháněnými axiálními i radiálními nástroji. Stroj umožňuje kompletní obrábění obrobku z obou stran s automatickým přepnutím obrobku. [24]



Obr. č 10 Mazak 200MS [24]

2.5 Systém SAP

Firma Pramet Tool s.r.o. využívá podnikový systém SAP, který má následující vlastnosti:

Je to podnikový informační systém, který se využívá pro řízení malých a středních firem. Existuje 41 dostupných jazykových mutací pro více než 150 zemí světa.[6]

Systém SAP business One umožňuje snadnou kontrolu a řízení všech důležitých procesů ve firmě. A to vše v jednom integrovaném prostředí s jednoduchým uživatelským rozhraním.[6]

Zpřehlednění informačních toků a zjednodušení řízení v podnikovém informačním systému SAP.[6]

Základní přehled funkcionality SAP Business One:

Řízení financí a controlling

- účetnictví a správa daní
- podpora více měn
- finanční rozpočty
- výkazy DPH a souhrnné hlášení
- podpora vedení účetnictví a controlling
- automatické stahování měnových kurzů
- atd.[6]

Personální evidence a správa uživatelských účtů

- správa uživatelských účtů a přístupových práv
- kalendáře a činnosti zaměstnanců
- personální evidence[6]

CRM a servis

- obchodní partneři a kontakty
- správa komunikace s obchodními partnery
- marketingové kampaně
- servis – řízení reklamací a prodejní péče
- atd.[6]

Obchod a logistika

- Plánování nákupu – MRP
- Řízení nákupu a závazků
- Řízení prodeje a pohledávek
- SW POS - maloobchodní pokladna
- Přílohy - správa externích dokumentů
- Sklady a skladové položky
- Řízení sklad (hierarchické uspořádání skladových lokací)
- Katalogová čísla obchodních partnerů a čárové kódy
- Sériová čísla a šarže
- Více druhů měrných jednotek
- Inventura zásob
- Ceníky (řízení cenových hladin a slev)
- Poptávkové řízení
- Požadavky na objednávku[6]

Proaktivní řízení, výkazy

- výstražné a kontrolní funkce
- schvalovací procesy
- kontrola povinných polí na jednotlivých formulářích
- výkazy

- workflow včetně vizualizace
- kontextové vyhledávání systémem
- generátor uživatelských dotazů
- atd.[6]

Integrace a podpora mobilních uživatelů, systémové funkce a technická správa podpor

- integrace s Microsoft Office
- mapa vztahů mezi objekty (obchodní partneři, atd.)
- import/export kmenových dat
- integrovaný emailový klient
- editor tiskových šablon a reportů
- atd.[6]

2.6 Vericut

Software Vericut se používá pro simulaci a verifikaci NC strojů již 25 let. Vytvořil ho americká společnost CG Tech z Kalifornie. Tento systém se využívá po celém světě. Vericut vyniká převážně v aerospace, automotive, výrobou forem a v dnešní době se také začíná využívat v menších nástrojárnách.[10]

V praxi se pak tento simulační software využívá tam, kde obrábíme na strojích, které mají velmi drahý strojní čas, nebo také všude tam, kde nám cena polotovaru nedovolí vyrábět zmetkové součásti. [10]

Na českém a slovenském trhu má společnost AXIOM TECH na třicet pět aktivních uživatelů, kde se Vericut použil jako řešení problémů s náběhem nových NC programů do výroby.[10]

Tento systém umožňuje provádět simulace obrábění na základě NC kódu, takže dovolí oproti interním simulacím odladit chyby, které nebývají jen v rámci obráběcích operací, ale také při různých pohybech stroje. Dále také umí kontrolovat kolize všech částí stroje (nástroj, a zbylé komponenty stroje), kontroluje limity pracovního stroje. Eliminujeme zde zvolení stroje s malým pracovním prostorem. Případně kontroluje upnutí na nevhodný pracovní přípravek, a proto není možno s tímto strojem stávající součást obrobit.[10]

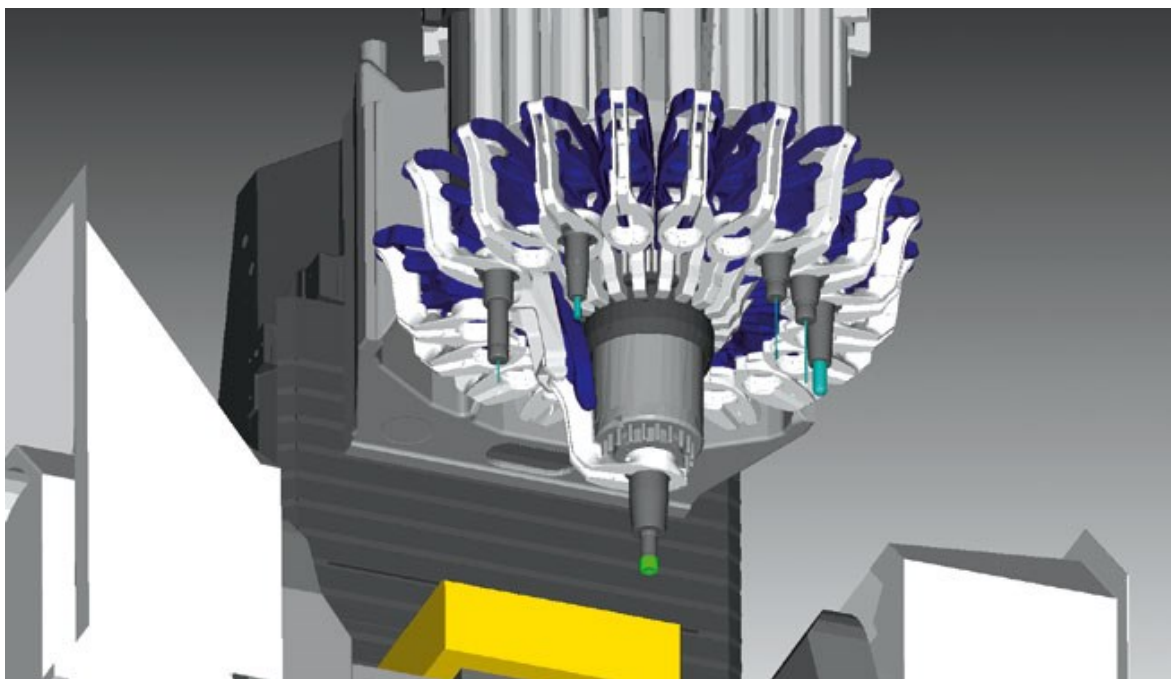
Co se týče funkčnosti, jedná se o systém modulární, který je schopný výrobce nakonfigurovat. A to vše tak, aby zákazník mohl odsimulovat své stroje. [10]

Základním modulem je Verifaction, což je vlastně prostředí, na které navazují další podpůrné moduly. Nejdůležitějším modulem je právě modul Machine Simulation, který je schopný provádět simulace celého stroje. Tento modul bývá doplněn o modul MultiAxis, který nám zase dovoluje použití více os najednou. Rozšiřuje nám také počet současně pracujících kanálů. Pak je tedy možné simulovat velice složité stroje, například se synchronizací.[10]

Vericut lze také obohatit o několik podmodulů, kterými se může rozšířit o další funkce. Podprogram Autodiff, který dovede provádět pokročilé analýzy přídatku a podřezání. Dále umožňuje v simulaci broušení nástrojů, programování měřících sekvencí nebo také různé možnosti exportů obrobenejch modelů.[10]

Co se týká samotné simulace v systému Vericut lze si představit, jako by byl k dispozici reálný stroj. V podstatě jde o to, že programátor může ještě před začátkem práce vyzkoušet, zda stroj bude schopen technologickou operaci zvládnout, nejen co se týká výkonu a rozsahu vřeten, ale také rozsahu celého stroje.[10]

Uvedeným způsobem tedy může být Vericut nápomocný ještě před samotným programováním. Jeho největší předností se ale nachází až po samotném postprocesingu, kdy se začnou kontrolovat data, která se potom přesunou do výroby. Základní prioritou tohoto programu tedy je přesunutí ladění NC programu ze stroje na pracoviště programátorů, kde je kontrolováno vše, tak jak by probíhalo na reálném stroji. Potom je vše posláno do výroby, kde by již nemělo docházet ke známým zpomalováním posuvů ve strachu, aby nedošlo k nějaké kolizi, atd. Odladěné NC programy lze pak tedy bez obav spustit s plným posuvem. Tak jak bylo stanoveno technologem.[10]



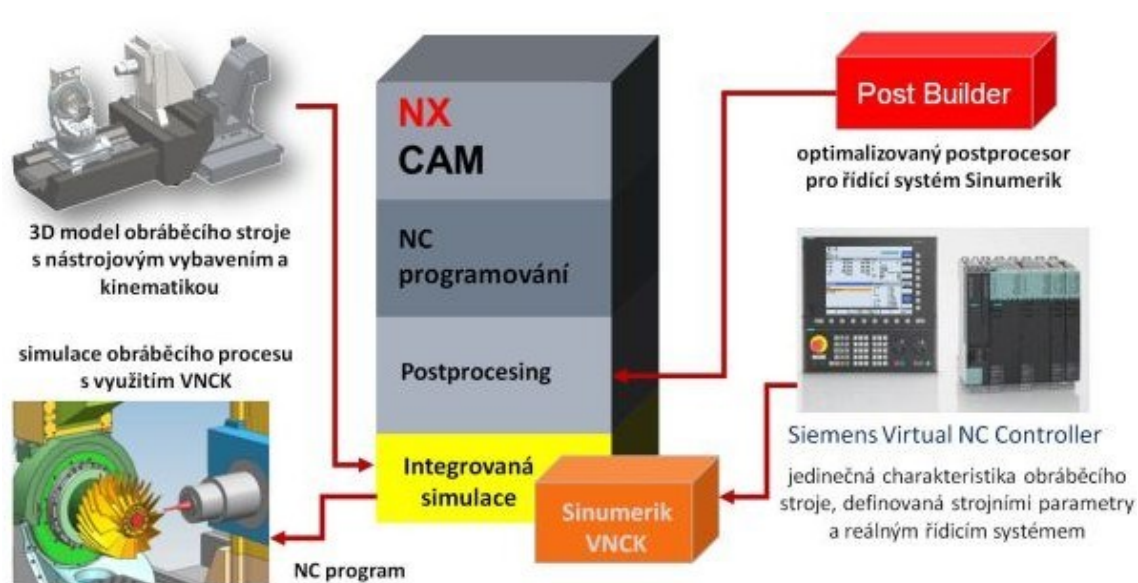
Obr. č. 11 - Simulační model stroje Chiron FZ15S v software Vericut[10]

Názorný příklad použití u zákazníka, který chtěl vylepšit klasickou simulaci a verifikaci, je na obr č. 11, ve firmě EMT Púchov, která se zabývá výrobou forem pro pneumatický průmysl. Jako první byl převeden do virtuálního prostředí stroj Chiron FZ15S. Tento stroj je specifický ve svém košovém zásobníku nástrojů. Při konzultacích s programátory bylo zjištěno, že je velký problém kontrolovat nejen nástroj ve vřetení, ale také nástroje, které jsou umístěny v tomto zásobníku a určitých polohách. Požadavek zněl na vytvoření co nejpřesnějšího simulačního stroje a celého pracovního prostoru.[10]

2.7 CAD/CAM systém

Firma Pramet Tool využívá pro konstrukci a podporu výroby systém NX Siemens ve verzi 7.5.

NX CAM se skládá ze tří částí. Klasického programování drah pro nástroj, dále pak integrovaného postprocessingu a technologické simulace. Ta je pak plně integrovaná v prostředí Siemens NX.[21]



Obr. č. 12 Schéma technologické simulace v systému NX.[21]

Velkou inovací verze 7.5 oproti předchozí verzi strojírenského 3D CADu NX je uvedení HD-PLM prostředí, které propojuje Teamcenter pro řízení a správu dat. Výsledek přináší zobrazení informací nezbytných pro týmovou spolupráci přímo v grafickém prostředí CAD systému. HD3D tak přináší okamžitý a názorný přehled všem zainteresovaným osobám. [23]

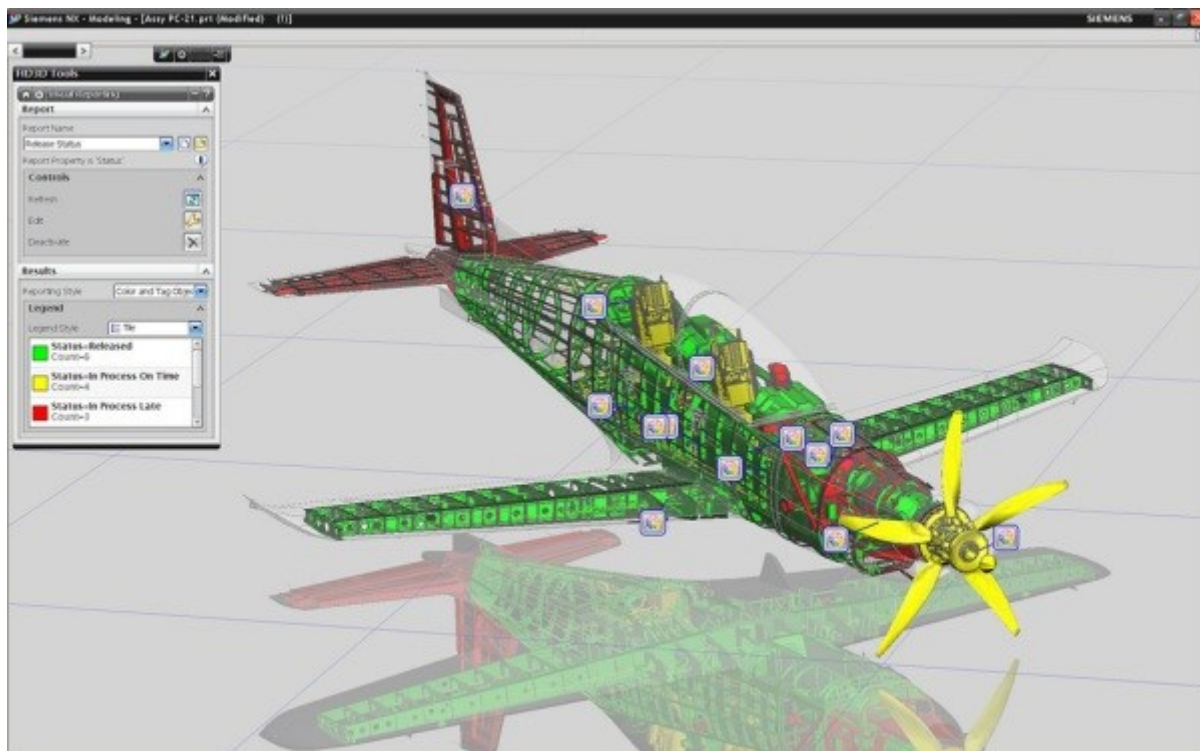
Zobrazením informací v prostředí 3D je možné získat okamžitou představu o stavu projektu, zodpovědnosti týmu, vlivu změn, nákladech, dodavatelích, atd.[23]

Celková přehlednost je dosažena pomocí interaktivních odkazů, možnost přiřazení barevnosti dle zpracování, nebo legendy k určitým objektům.[23]

Nástroj HD3D nabízí už ve výchozím stavu množství přednastavených zpráv. Okamžitě je možné začít využívat správu vlastnictví, správu součástí, projektu, atd.[23]

Přímo ve 3D modelu mohou být zobrazeny interaktivní odkazy s informacemi o aktuálním stavu testů, které zpřehledňují celkovou situaci daného problému.[23]

Eventuelní problémy lze řešit přímo z prostředí HD3D.[23]



Obr. č. 13 Názorný příklad použití HD3D- kdy je přímo do modelu promítán stav projektu ze systému Teamcenter[23]

Program disponuje velkou řadou dalších funkcí, které však nejsou pro tuto práci podstatné.

Knihovna nástrojů je řešena pomocí aplikace Teamcenter a je součástí systému NX.

2.8 Knihovna výrobních nástrojů

Teamcenter uvažuje přístup k řízení obráběcích nástrojů a podporuje jejich lepší využití. Při potřebě nového nástroje pro NC programování se většinou hledají nástroje v tradičních knihovnách nebo samostatných katalozích. V současnosti je většina CAM systémů dodávána s vestavěnými knihovnami nástrojů. Tyto knihovny však často představují skryté náklady. Vyžadují většinou nové záznamy o nástrojích a aktualizace při vydání nových verzí dodavatelských katalogů. Také bývá každý dodavatelský katalog uspořádán jiným způsobem, takže nelze data jednoduše importovat do vašeho systému.[20]

Knihovna výrobních nástrojů třídí svůj obsah v aplikaci teamcenter, kdy využívá velké množství vyhledávacích funkcí a grafických znázornění. Především pak lze snadno importovat katalog dodavatelů.[20]

Důležitou funkcí pak je, že lze přidat i svůj vlastní obsah. Pokud jsou tedy využívány zvláštní typy nástrojů nebo jiné prostředky (speciální přípravky).[20]

Důležitý je také přímý přístup do knihovny nástrojů. Systém NX CAM ve spojení s aplikací Teamcenter umožní přímý přístup ke všem informacím o prostředcích pomocí integrovaných nabídek. Z prostředí NX CAM pak lze knihovnu prohlížet, vyhledat potřebné nástroje a přesouvat přesné 3D modely vybraných řezných nástrojů přímo pro CAM programování.[20]

3. Návrhy ke zlepšení systému řízení nástrojů

Návrhy na zlepšení systému řízení (Tool Managementu) by měly vycházet především z problémových míst ve výrobě (předvýrobě, atd).

V našem případě jsou problémová místa tyto body:

- výdej nástrojů (stávající skříň, kde se ukládají nástroje a předseřazené nástroje společně, bez nějakého řádu nelze považovat za dostatečný způsob výdeje),
- rozšíření systému Vericut o některý z modulů (nejedná se přímo o problémové místo, ale o možnost jak tento optimalizační program NC kódu ještě zlepšit),
- seřizovací časy nástrojů (seřízení nástroje a nutnost zastavit stroj ve výrobě, nebo ho posílat na jiné pracoviště není zcela ideální, dále pak při využití možné spolupráce mezi TDM a seřizovacím strojem je nutné pořídit stroj, který bude s tímto systémem kompatibilní),
- knihovna nástrojů a její napojení na výdejový systém, předeseřizovací stroj, atd. (Tool Management, kdy tento systém není v současném stavu řízení výroby),
- upozornění na celkovou optimalizaci obrábění a efektivitu výroby.

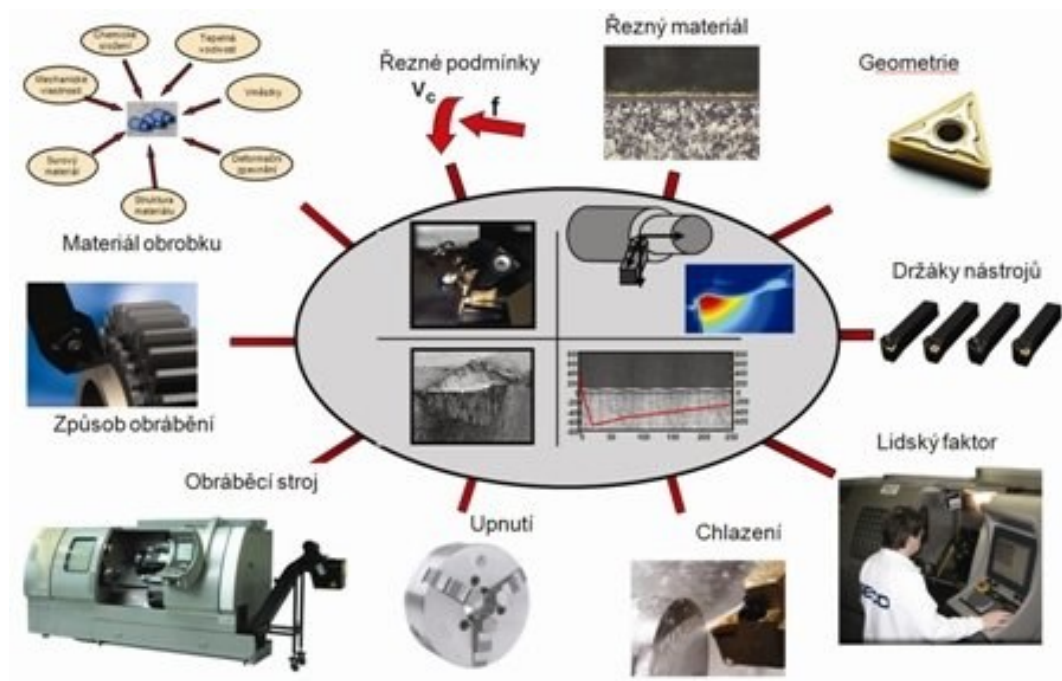
3. 1 Celková optimalizace, Efektivita výroby

Základním prvkem, jak zkrátit výrobní časy ve výrobě, je zaměřit se na celkovou optimalizaci a strategii obrábění. Výrobní stroje, které firma Pramet Tool využívá, disponují 3-5 osami řízení, mají v sobě velký potenciál a je třeba ho tedy uplatnit v maximální míře. Do procesu obrábění se však musí zahrnout i mnohé další aspekty.

V procesu obrábění se vždy najdou situace, které by mohly být optimalizovány. Představují jisté problémy v dosažení konečných cílů v každém výrobním podniku. Takové cíle jsou zejména hospodárnost a efektivita.[11]

Ekonomika výroby je termín používaný k popisu veškerých opatření, která jsou přijata s cílem optimalizovat proces obrábění kovů. Je rozeznáváno více takových cílů:[11]

- zvýšení produktivity, větší předvídatelnost, širší možnost využití výrobních nástrojů, maximální trvanlivost nástroje, max. počet obrobených kusů na jedno ostří, lepší kvalita povrchu obrobku, nejvyšší možný zisk, snížení nákladů, minimální náklady na nástroj, minimální výrobní náklady, maximální produkce, koordinovaná výměna nástrojů.[11]



Obr. č. 14 Předvídatelnost procesu obrábění[11]

3.2 Základní optimalizační strategie

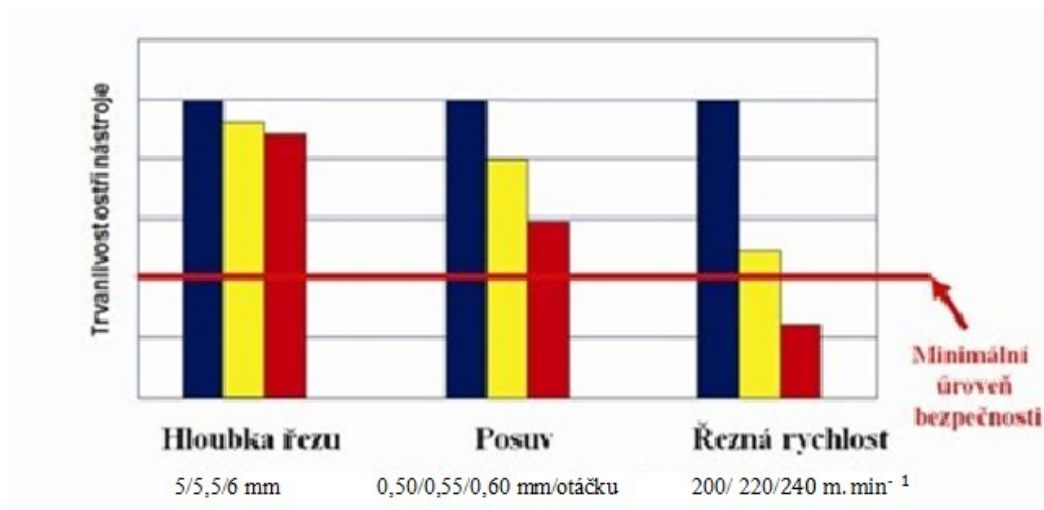
Zde jsou uvedeny body základní optimalizační strategie procesů obrábění kovů.

- Zvolit co nejvhodnější pracovní vybavení (obráběcí stroj, držák, chlazení), tyto aspekty nás později mohou omezovat.
- Rozhodnout o optimalizační strategii 1:1. Mikroekonomická = nejproduktivnější časy a nebo o globálnějším přístupu. Makroekonomická = nesoustředit se pouze na náklady obrábění a časy, ale na náklady celého procesu.
- Vybrat ten nejvhodnější nástroj pro danou situaci.
- Pro každou operaci volit co možná největší hloubku řezu (minimální počet záběrů). Zde může omezovat výkon stroje, kroutící moment, stabilita upnutí obrobku a nástroje.
- Volit co možná největší posuv stroje (je třeba brát ale ohledy na kvalitu a rizika poškození nástroje)
- Ověřit hloubku řezu a posuv (operace musí být bezpečná z hlediska odvodu třísek a úběru materiálu, vibrací, deformace obrobku, atd.).
- Zvolit vhodné kritérium pro optimalizaci - min. náklady a nebo max. produktivita.

- Řeznou rychlost upravit dle vhodného kritéria.

Bezpečnost a spolehlivost procesoru musí být vždy na prvním místě. Nikdo nemá zájem vyrábět rychle a levně vadné výrobky. Maximální bezpečnost a také předvídatelnost procesu obrábění lze dosáhnout pouze dostatečným pochopením výrobního procesu.[11]

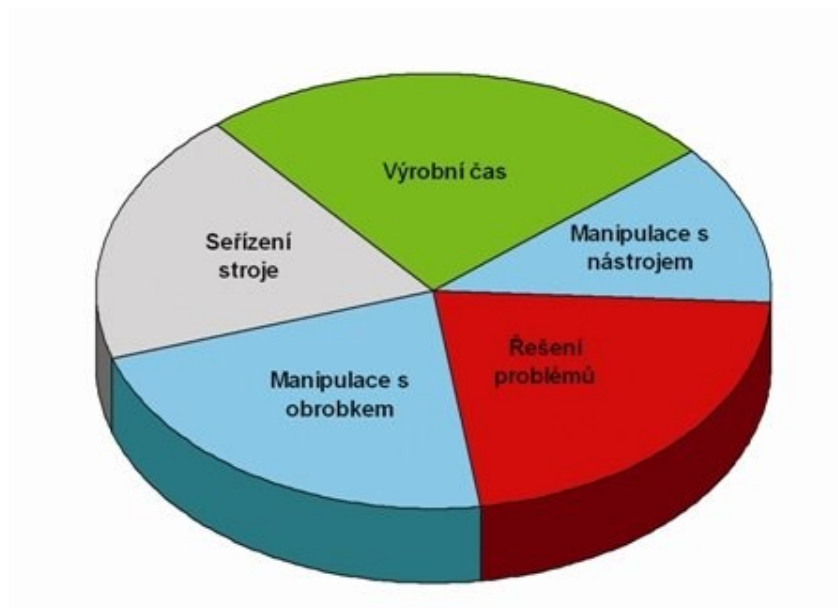
Celková definice ekonomiky by měla znít následovně: Zajistit maximální bezpečnost a předvídatelnost procesu při zachování nejvyšší produktivity s vynaložením co nejnižších nákladů.[11]



Obr. č. 15 Produktivita = vyšší řezné podmínky s ohledem na bezpečnost procesu[11]



Obr. č. 16 Ekonomika výroby – náklady[11]



Obr. č. 17 Ekonomika výroby – vynaložený čas[11]

Ekonomické analýzy nákladů a časů výrobního procesu při obrábění kovů na obr. č. 16 a 17 poukazují na několik faktorů. Podstatná část z celkového výrobního času je vynaložena na manipulaci s nástrojem, seřízení stroje a řešení problémů. Pokud jsou při práci použity nástroje, které jsou snadno použitelné a univerzální, pak jsou tyto časy minimalizovány a vzniká tak prostor pro efektivní výrobu. Náklady na nástroje v celkovém poměru nejsou příliš vysoké. Pokud je nástroj správně využíván s dlouhou životností, není tak nákladný, ale nástroj, který nebude obrábět, může způsobit při zastavení výroby nemalé finanční ztráty. [11]

Z této kapitoly je tedy patrné, že zkrácení výrobních časů lze dosáhnout pomocí optimalizace strategie obrábění. Je však nutné dávat pozor na fakt, že každá změna ovlivňuje i ostatní parametry a je nutné zaměřit se na to, aby požadovaná změna přinesla kýžený výsledek jako celek.

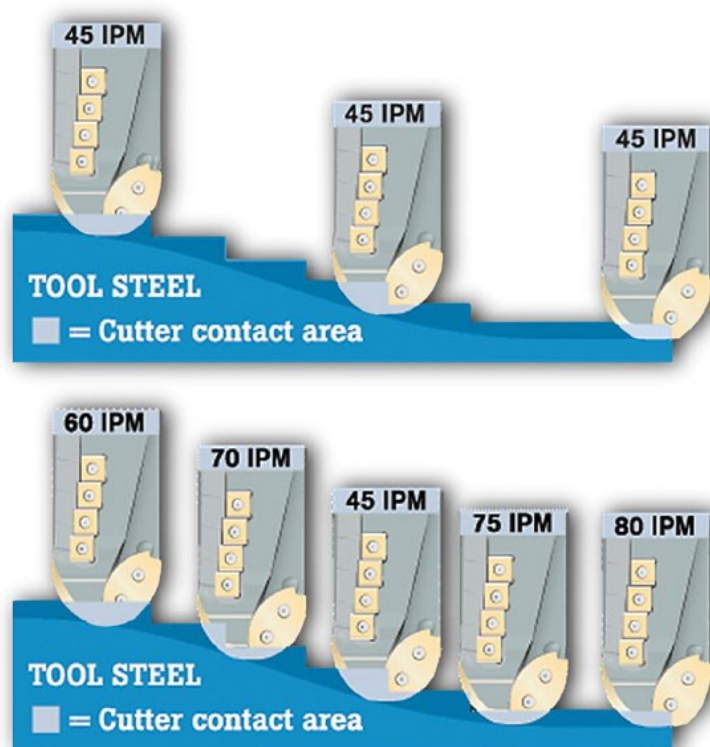
3.3 Vericut OptiPath

Rozšíření programu Vericut o modul OptiPath.

Většina NC programů při přípravě vždy najde v každé operaci kritické místo. Například největší hloubka řezu, nebo největším radiálním krokem nástroje. Pro toto místo nastaví řezné parametry, aby bylo zabezpečeno bezpečné obrábění. Řezné parametry jsou sice pro celou operaci bezpečně nastaveny, to ale neznamená, že jsou produktivně stanoveny. [10]

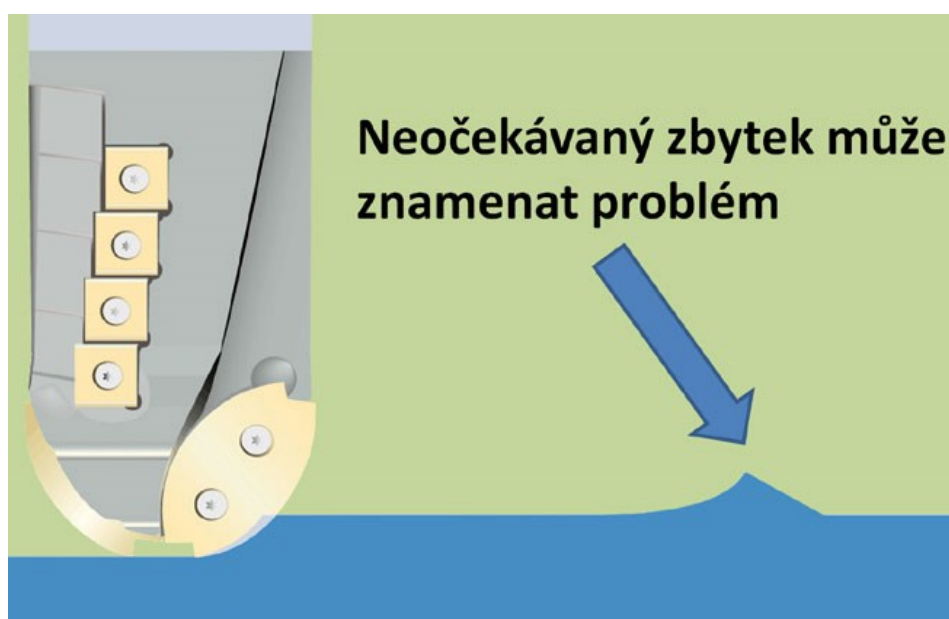
Při použití systému OptiPath lze každou hloubku řezu a radiální překrytí nastavit jinými parametry. To umožní dovolit podle různých kritérií přednastavit hodnoty posuvu tak, aby bylo dosaženo maximální produktivity v každém kroku obrábění co možná nejvyšší. [10]

Princip tohoto modulu vidíme na obrázku č. 18, kdy je jasně vidět, že u horního obrázku jsou v jednom kroku všechny parametry konstantní, zatímco v dolním snímku je vidět, že v jednom kroku jsou rozdílné řezné podmínky. [10]



Obr. č. 18 Princip systému Optipath[10]

Další funkcí modulu je možnost ochrany nástrojů nejen při vysokorychlostním frézování. Zde není až takovým cílem další zrychlení posuvů. Ale právě naopak je vyžadováno hlídání stavu, kdy například z přechodové vrstvy nebyl materiál zcela odebrán. A přebytečný materiál při plném posuvu by mohl přetížit řeznou hranu a tím dojít ke zničení nástroje anebo dílce. V tomto případě tento modul vyhodnotí přetížení nástroje a dojde ke zpomalení posuvu. A to tak, aby nebylo překročeno maximální množství odebíraného materiálu. Více lze vidět na obrázku č. 19. [10]



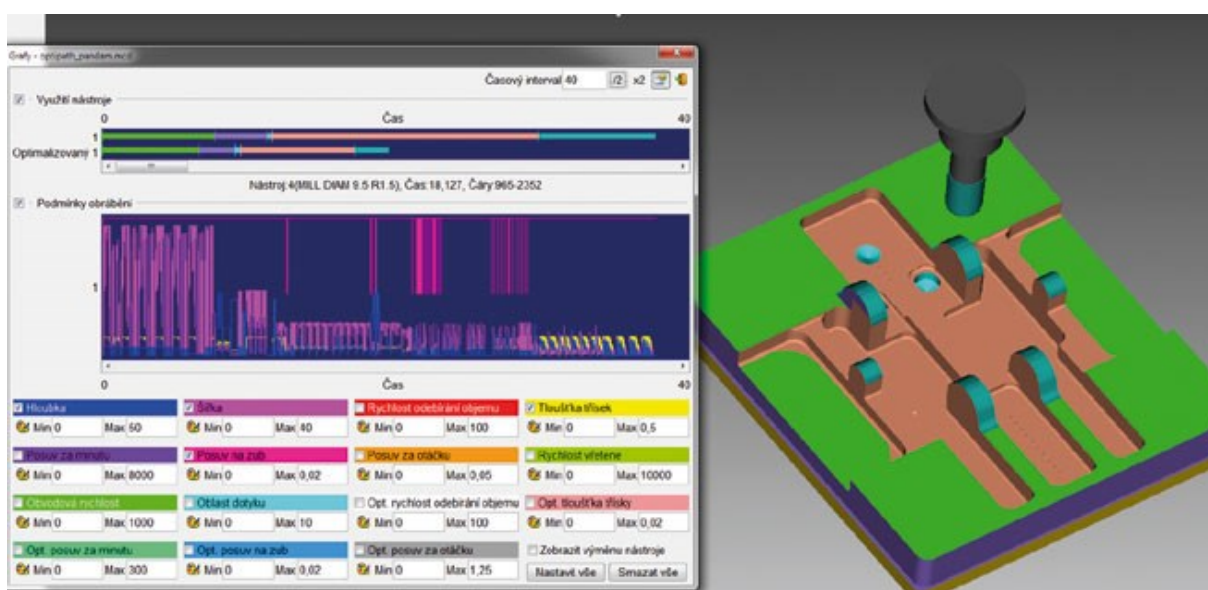
Obr. č. 19 Princip ochrany nástroje pomocí modulu Optipath[10]

Pro modul Optipath platí několik málo omezení pro použití tohoto modulu:

- Modul se nedoporučuje na optimalizaci už optimalizovaných drah pomocí jiné metody. Zde patří například pomocí trochoidálního frézování, a nebo specializovaných modulů pro CAM systémy, jako je třeba modul Volumill. Pokud optimalizujeme tyto dráhy, není samozřejmě dosahováno požadovaného výsledku. Neboť tyto technologie jsou už natolik chytré, že nenechají další prostor pro zlepšení NC programu.[10]
- Dále optimalizace není příliš vhodná pro korigované dráhy, protože zde jsou pro různé průměry nástrojů úplně jiné řezné parametry.[10]
- Posledním velkým omezením jsou programy, které se psaly z většiny ručně a obsahují už přednastavení posuvů programátorem.[10]

Modul se hojně používá u výroby forem, kde se frézují například dutiny. Používá se například i u výroby Peltonovy turbíny a podobně, kde doba frézování často překročí několik dnů či týdnů. Většinou se dosahuje úspor mezi 10-25 %. Někdy však dokáže ušetřit i více než 50 %, což můžeme vidět na obrázku č. 20.[10]

Uživatel může ovlivnit, jakou metodu pro přednastavení řezných parametrů využít. Metody mezi sebou se můžou i kombinovat, aby bylo dosažení těch nejlepších výsledků.[10]



Obr. č. 20 – úspora 50 % času[10]

Rozeznáváme tyto metody optimalizace NC kódu:

- **Metoda konstantní tloušťky třísky**

Tuto metodu použijeme v místech, kdy se frézuje pouze malým radiálním krokem a úběr materiálu je realizován spíše hloubkou řezu. Použití pro obrábění po kontuře, Z-průřezy, dokončování a podobně.[10]

- **Metoda konstantního odebírání objemu**

Zde se jedná o metodu vhodnou pro optimalizaci frézování, při plném záběru celým průřezem frézy. To je typické pro frézování drážek, hrubování, atd.[10]

- **Metoda podle použití tabulek**

Nejdůkladnější nastavení optimalizace, kdy podle doporučení výrobce nástroje můžeme zadat různé násobitele rychlosti posuvu pro různé hloubky a radiální překrytí kroku. A to proto, aby byla pokryta co nejvíce oblast použití nástroje. Tuto metodu lze považovat za nejpřesnější a nejefektivnější. Je ale třeba mít dobrou znalost technologických limitů nástroje.[10]

- **Metoda optimalizace NC kódu u tzv. „obrábění ve vzduchu“**

Ne každý uživatel CAM systémů si uvědomuje, že velmi značné ztráty produktivity jsou generovány již v CAM systému. Zde různé nájezdy a přejezdy v programu generuje s pracovním posuvem, a to proto, aby byly bezpečné. Nejčastěji jsou to různé 2D operace, které jsou generovány z křivek, profilů, atd. V těchto případech OptiPath pomocí znalosti řezných parametrů dokáže posoudit, které pohyby lze považovat za reálně řezné, a které nám jen obrábí „ve vzduchu“. V těchto částech programu můžeme zvýšit hodnotu posuvu až k hranicím, které se blíží k rychloposuvu. V některých případech dochází pouze tímto optimalizačním procesem k úsporám času 10-20 %.[10]

Vericut nabízí ještě další optimalizační metody NC kódu obrábění. Tyto metody jsou už ale velmi specializované na určité sekce programu.[10]

Systém Vericut se využívá všude tam, kde uživatel chce ze svých strojů a nástrojů dostat maximum. Zároveň pomáhá tam, kde se budou kontrolovat nejen kolizní stavy obrábění, ale i správnost zvolených řezných parametrů.

Modul OptiPath vyžaduje vyšší znalost řezného procesu a také maximálních dovolených parametrů strojů a nástrojů. Ale využitím těchto parametrů dokáže posunout produktivitu NC programu výše.[10]

3.4 Výdejový systém

Výdejový systém je jednou z dalších možností jak ušetřit čas pro správu nástrojů, ve výrobě. Především pak takový systém pomáhá k evidenci nástrojů, jejich počtu, počtu přebroušení atd. Jeho výhodou je možnost napojení na systémy Tool Managementu. Je to základ pro dobře organizovaný tool management. Rozeznáváme několik základních druhů výdejových systémů:

Karuselové automaty

- jsou vhodné pro výdej spotřebního materiálu, tak i nástrojů
- je možno na sebe paralelně napojovat přídatné moduly[13]

Spirálové automaty

- jsou vhodné pro spotřební materiál
- do automatu nelze položky vracet
- je možno na sebe paralelně napojovat přídatné moduly[13]

Nejsou tedy vhodné pro námi danou problematiku.

Výdejní automaty - toolbox

- jsou velmi vhodné pro nástroje, případně pro spotřební materiál
- do automatu lze položky vracet (přebroušení nástrojů)
- automat vydává nástroje s pomocí robota do výdejního okna [13]

Zásuvkové automaty

- vhodné pro ukládání a výdej nástrojů, dále pak jeho evidenci
- do automatu lze položky vracet (přebroušení nástrojů)
- lze na sebe paralelně napojovat přídatné moduly[13]

Jako nejvhodnější se tedy jeví výdejové automaty (toolbox) a následně zásuvkové automaty. Výdejové automaty bych z důvodů jejich komplikovanosti zavrhnul.

3.5 Zásuvkový automat a nástrojová skříň

Jako jeden z možných zásuvkových automatů by bylo možné použití skříně od výrobce Drawervend.

- jedná se o systém uložení skladových položek v zásuvkové skříni.
- jednotlivá skladovací místa v šuplících jsou opatřena elektronickými zámky, které jsou z důvodů neoprávněných a neautorizovaných odběrů položek.
- slouží k uložení a výdeji nástrojových položek a jeho zpřehlednění
- podle velikosti položek lze flexibilně přizpůsobit počet úložných prostor v jednom šuplíku, které se dají kombinovat.
- kapacita šuplíku je až 48 skladovacích míst, kapacita skříně je až 768 skladovacích míst
- ovládání přes řídicí jednotku s dotykovou obrazovkou
- přihlášení k výdeji PIN kódem nebo čtečkou čárového kódu nebo i magnetickou kartou[19]



Obr. č. 21 Zásuvkový automat DrawerVend[19]

Skříň slouží k uskladnění řezných, vrtných a jiných drobných materiálů. Rozměry skříně jsou 125x 73x 73mm.[19]

Nástrojová skříň

Nástrojovou skříň by bylo možné zanechat stávající, která by se využívala pro předseřazené nástroje. A nebo pořídit nástrojovou skříň novou. Například od výrobce Regas, typ s křídlovými dveřmi s možností dokoupit nástrojová lůžka pro fixaci předseřazených nástrojů. Pokud by se použila skříň i s fixačními lůžky, pojme potom jedna skříň 81 předseřazených nástrojů.

Tab. č. 3 Parametry skříně:[14]

Nosnost	800 kg
Hmotnost	93,2 kg
Hloubka	555 mm
Šířka	1023 mm
Výška	2000 mm
Barva	Modrá RAL 5012
Záruka	60 měsíců



Obr. č. 22 Nástrojová skříň firmy Regas.[14]

3.6 Seřizovací stroj

Zkrácení seřizovacích časů pomocí zavedení seřizovacího stroje do výroby.

Měřicí a seřizovací přístroje přináší velkou výhodu v přípravě nástrojů pro CNC centra. Umožňují, aby nástroje byly připraveny, zatímco CNC obráběcí centra vyrábí.

Hlavní důvody pro pořízení seřizovacího přístroje:

- pořízení jednoho přístroje pro několik CNC obráběcích center
- úspora času při seřízení a přípravě nástroje.
- zvýšení produktivity až o 15 %
- vysoká spolehlivost a přesnost seřízení = bezproblémové obrábění na CNC
- okamžitá reakce na požadavky zákazníků
- nízké servisní náklady
- zvýšení využití předností nejmodernějších CNC nástrojů
- komplexní vizuální kontroly nástroje s využitím dvou kamer
- možnost přenosu naměřených dat přiřazených k jednotlivým nástrojům do řídicích systémů CNC obráběcích center
- možnost spolupráce seřizovacích přístrojů se systémy TDM[18]

Jako jeden z vhodných seřizovacích strojů uvádím model od české firmy BMD 400v.

3.7 BMD 400v

Tento stroj je určen především pro seřizování rotačních nástrojů obráběcích center. Tato modelová řada obsahuje celkem šest různých typů seřizovacích přístrojů. Výroba, vývoj a montáž je prováděna v Teplicích v České republice.[18]

Základna přístroje je tvořena tuhým ocelovým profilem, který je uzavřený. Jeho horní plocha je broušena a jsou na ni uložena lineární přímočará vedení a ložiska pro souřadnici x.[18]

Posuv v souřadnicích x a z je odměřován lineárními optoelektrickými snímači. Brzdy rychloposuvů tvoří hladké broušené válcové tyče. K těmto tyčím se v radiálním směru při brzdění připínají s požadovaným předpětím kuličková ložiska. Při přesném polohování se ložiska šroubují po broušených tyčích.[18]



Obr. č. 23 BMD 400v [18]

Seřizovací přístroje jsou překrytovány ocelovými plechy, které jsou povrchově upraveny práškovou technologií. Tato povrchová úprava odolává náročnému provoznímu prostředí, ve kterém se můžou tyto stroje používat. Pro zaměření břitu je k dispozici kamera s jasným a kontrastním prostředím. Stroj oplývá širokou škálou automatických přiřazovacích a vyhodnocovacích postupů.[18]

Charakteristika a parametry

- již třetí generace tohoto nejprodávanějšího modelu seřizovacího přístroje BMD
- více než tisíc uživatelů
- automatické zaměření břitu u přístrojů CCD.
- kotoučová brzda vřeteníku
- kalibrační protokoly jsou pro stroj i nastavené trny
- česká průvodní dokumentace domácího výrobce[18]

Přístroj BMD 400v se rozděluje na několik modelů:

Tab. č. - 4 Popis a vybavení[18]

Pos.	Popis vybavení a parametrů		410v	415v	440v	445v	440v CCD	445v CCD
1	Max. průměr nástroje	X=400 mm	*					
2	Max. délka nástroje	Z= 400 mm	*		*		*	
		Z = 500 mm		*		*		*
3	Rozlišení	0,001 mm	*					
4	Házení dutiny vřetena	Ro = 0,002mm	*					
5	Házení vřetena ve vzdálenosti 300 mm od čela	R300= 0,008 mm	*					
6	Vřeteno	ISO 50	*					
		ISO 40	-					
		ISO 30	-					
		HSK – až do vel. 63	-					
7	Indexace vřetene po 90° pro redukce VDI		*					
8	Zaměření břitu	Projektor matice ø 100mm	*				/	
		Projektor matice ø 150mm	-				/	
		CCD kamera L – PRO IV.	/				*	

		CCD kamera - typ BMD Tools 3.0	/				*	
		2. CCD kamera L – PRO IV.	/				-	
9	Vyhodnocení	Display BMD	*				/	
		SW pro seřizovací a měření nástrojů dodávaný s CCD kamerou	/				*	
		PC + software BMD tools	-				/	
11	Jednoruční ovládání rychloposuvů X a Z		*					
12	Jemné stavění přes celý rozsah X a Z		*					
13	Mechanická aretace posuvů		*					
14	Upínání nástrojů	Vakuové	-					
		Gravitační	*					
15	Stůl pro přístroj, tiskárnu, příslušenství		-		*			
16	Napájení 110 až 240 V/ 50 až 60Hz		*					
17	Vnější rozměry	Šířka / mm	760					
		Hloubka / mm	660		670		730	
		Výška / mm	850	950	1710	1810	1730	1810
18	Hmotnost		95	105	135	145	135	145
19	Nástavný trn pro vybavený základní kužel přístroje		*					
20	Balení (není třeba při instalaci firmou BMD)		-					
21	Kalibrační protokol z akreditované laboratoře pro přístroj a nástavný trn.		-					

Standardní *

Volitelné -

Nedodává se /

Ceny jednotlivých modelů se pohybují v rozmezí cca 230 000 - 360 000,- Kč, kdy se musejí v případě zájmu ještě připočítat ceny za jednotlivé volitelné možnosti rozšíření stroje.

3.8 Zavedení systému Tool Managementu

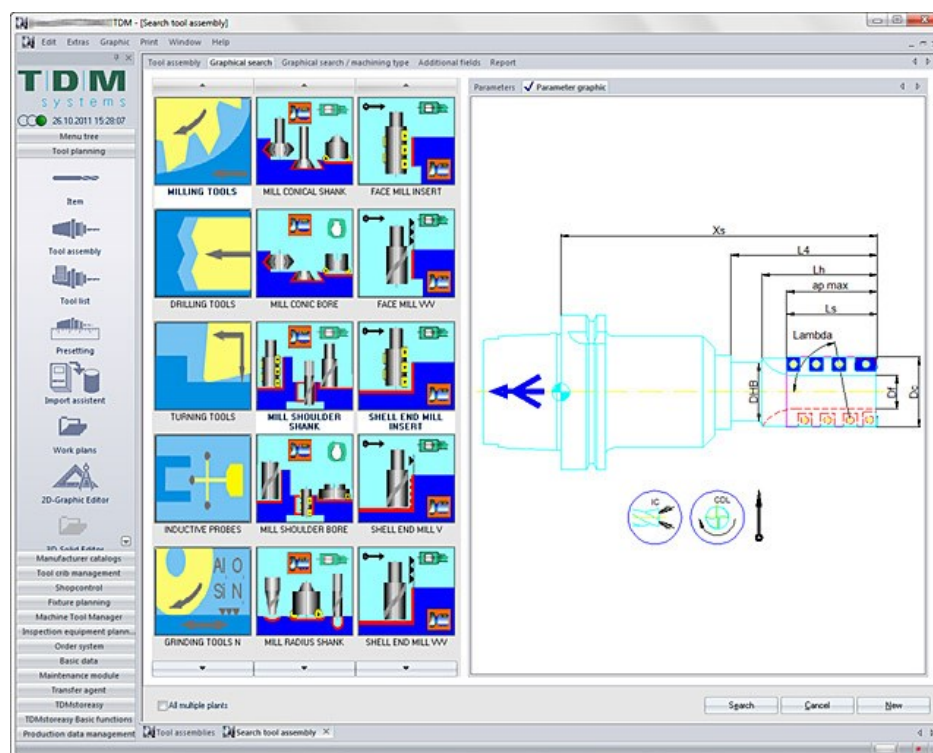
Poslední možnost, která zde bude uvedena, je zavedení software od společnosti TDM Systems. Roku 2013 vyšla nová verze tohoto softwaru TDM ve verzi 4.6.[15]

Tato verze s 3D generátory a grafickým převodníkem na podporu vylepšené CAM Simulace. Největší novinkou je implementace systému správ nástrojů a zdrojů. Bylo zpřehledněno také celkové ovládání. [15]

Velká výhoda verze 4.6 přináší Data Downloader pro nářadí Walter a Tool Loader, který je určen pro nástroje od jiných výrobců. V praxi to přináší, že kdokoliv potřebuje údaje o nástrojích walter, může snadno stahovat data ihned z internetu do TDM pomocí zmíněného Walter Downloader. [15]

Každá firma, která se zabývá technologií obrábění, nějak spravuje svůj nástrojový park a potřebná data. Používá určitý nástrojový management. Např. výdejové karty nebo běžně dostupné programy, kde se vytváří jednoduché záznamy o nástrojích, třeba v MS Excel. Tato řešení však nebývají nejvhodnější.[16]

V tomto oboru pak vznikají firmy, které jsou určeny pro vývoj podpůrných softwarových prostředků pro správu nástrojů.[16]



Obr. č. 24 TDM systems[15]

V software TDM se data a také grafiky nástrojů uchovávají vždy centralizovaně. Jak v plánování, tak ve výrobě se pracuje s reálnými daty nástrojů. Číselné hodnoty z výroby jsou díky tomu k dispozici už během procesů plánování. To nejen značně vhodně zlepšuje procesy, ale také zvyšuje kvalitu výrobků.[16]

Program i v samotném výrobním procesu nabízí software pro řízení skladů, napojení na systémy seřizovacích strojů. A s pomocí modulu TDM shopcontrol lze organizovat kompletní koloběh nástrojů potřebných ve výrobě.[16]

Systém se pak nabízí v několika balíčcích a to:

Software pro nástroje a správu dat

- TDM Base Module (základní modul)
- TDM Global Line
- TDM Gauge a Calibration Management
- TDM Facility a Maintenance Management
- TDM Fixture Management
- TDM Multi Plant Management[17]

Software pro řízení dílen

- TDM Tool Crib Module
- TDM Barcode Module
- TDM storeasy
- TDM Ordering Module
- TDM shopcontrol
- TDM Machine Tool management[17]

Software pro datové a grafické generace

- TDM Data a Graphic Generator
- TDM 3D Desinger for End Mills
- TDM 3D Desinger for Drills
- TDM 2D Graphic Editor
- TDM 3D Revolve Generator [17]

V diplomové práci bude doporučeno zavedení těchto softwarových balíčků:

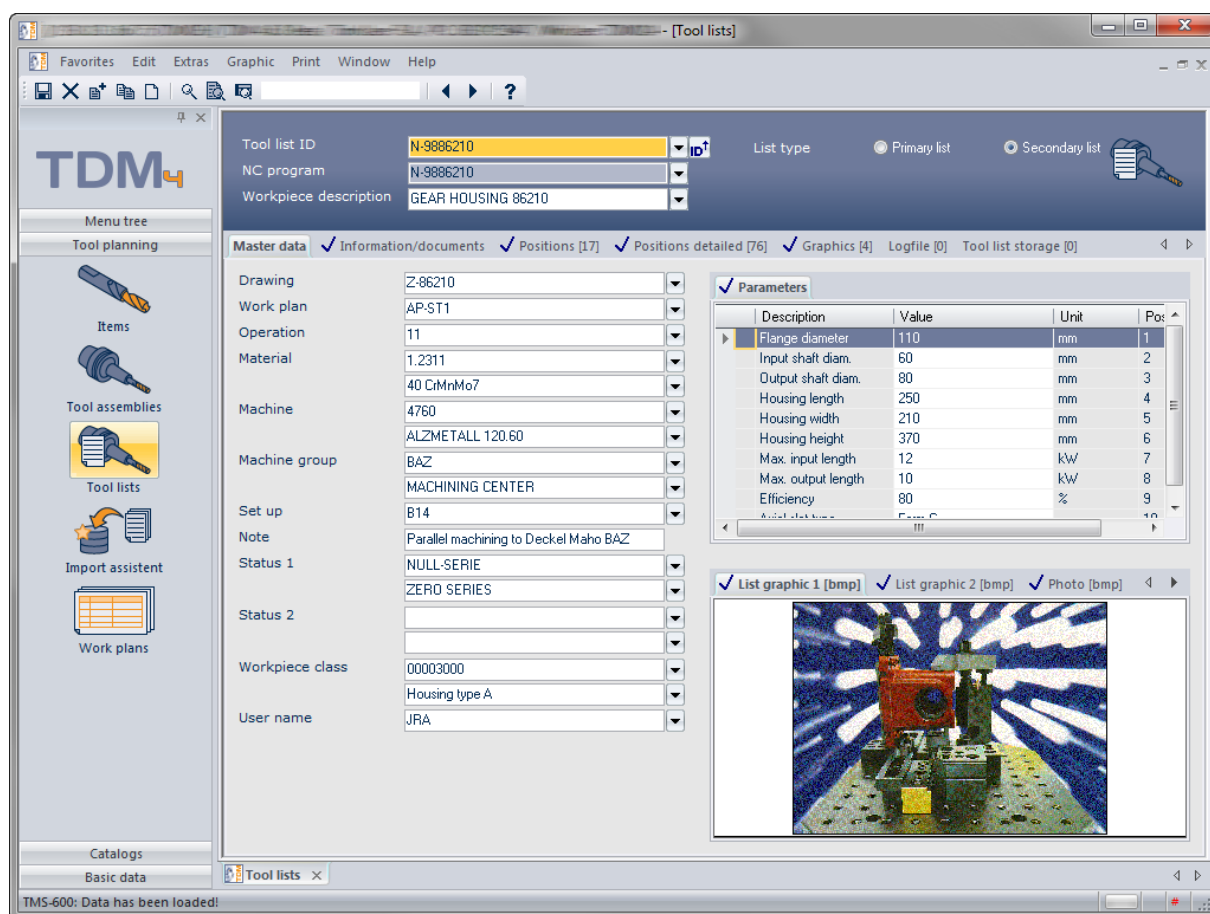
3.9 TDM Základní modul

Tento modul obsahuje kompletní balíček pro správu všech dat o nástroji. A to např.: seznamy dodavatelů, seznamy obráběcích strojů, materiálů obrobků, komponenty, atd.[17]

Výhodou tohoto modulu je rozdělení dat podle tříd, skupin, technologií a obráběcích procesů.[17]

Základní výhody tohoto modulu:

- až o 50 % rychlejší výběr nástroje a jeho definice
- efektivnější standardizace
- až o 25 % snížení nákladů na nástroje
- vyšší četnost použití nástroje
- až o 50 % rychlejší zadávání dat díky integrovaným katalogům nástrojů[17]



Obr. č. 25 – TDM základní modul[17]

3.10 TDMstoreasy

Při použití moderního výdejového zařízení by bylo vhodné pořídit modul TDMstoreasy.

TDMstoreasy je nástroj používaný ke kontrole nástrojů ve firmě. Tento software je vyvinutý pro použití skříňových zařízení pro uskladnění nástrojů.[17]

Vlastnosti TDMstoreasy

- může se využít pro všechny druhy skříní a to nejen pro uskladnění nástrojů
- standardizované grafické uživatelské rozhraní pro všechny nástroje ve skříní
- velmi jednoduchá manipulace, možnost dotykové obrazovky
- optimální řízení spotřeby a objednávky
- standardizované se systémem SAP pro přenos nákupních požadavků
- možnost udělovat uživatelská práva[17]
- atd.

Výhody TDMstoreasy

- řízený nástrojový výdej – po celý den
- centrální statistiky pro všechny připojené skříně
- optimální řízení s minimálními požadavky na sklad
- atd.[17]

3.11 TDMshopcontrol

TDM ShopControl zahrnuje celý nástrojový cyklus. Od plánování poptávky pro instalaci, přenastavení, používání nástrojů i na jeho demontáž. Tento balíček stanoví základní předpoklady pro přesné použití nástroje a jeho průběžné monitorování.[17]

Vlastnosti TDMshopcontrol

- vytváření a správa výrobních příkazů
- vyvažování požadavků nástrojů v závislosti na pořadí a stroji, tak i s přihlédnutím k inventarizaci nástrojů a v přední části na stroj
- generace objednávek na nářadí

- kontrola dostupnosti čisté poptávky nástroje
- volitelné rozhraní s přednastavením nástroje, aktuální hodnoty přímo zaznamenány
- integrovaný nástroj pro výpočet požadavků (poptávka po nástrojích, životnost nástroje, čas manipulace, atd.)
- atd.[17]

Výhody TDMshopcontrol

- minimalizace pohybu nástroje
- optimalizovaný přenos dat prostřednictvím připojení k přednastavení nástrojů a strojů
- zvýšená ziskovost nástrojů i bezpečné plánování poptávky na nástroje
- optimální využití nástrojů
- průběžné sledování použití nástrojů
- snížené časové náklady (montáže a přednastavení nástrojů)[17]

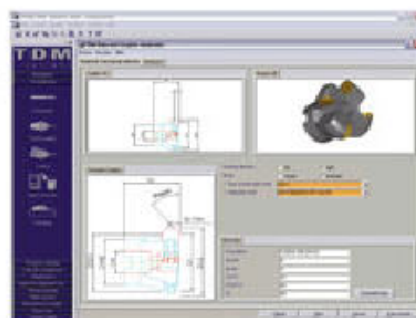
3.12 Kompabilita TDM systems

TDM systém dokáže spolupracovat s programy pro NC simulaci v reálném čase, a to i s programem Vericut, který firma Pramet Tool s.r.o. využívá. TDM podporuje simulační systémy NC s úplnými informacemi o nástroji.

Také spolupracuje s velkou řadou CAD/CAM systémů. Podstatné je propojení se systémem NX Siemens. Výhodou je umožněný přímý přístup TDM nástrojů s možností je integrovat do některého z CAM systémů. Nástroje jsou díky tomu vybrány rychle a cíleně. Jsou tedy načteny do CAM systémů a nástrojových listů, kdy tato změna se provede i v TDM systems.[17]

TDM systems je schopný spolupracovat i s další řadou faktorů a věcí, jako s obráběcími stroji, skříněmi na nářadí, atd.[17]

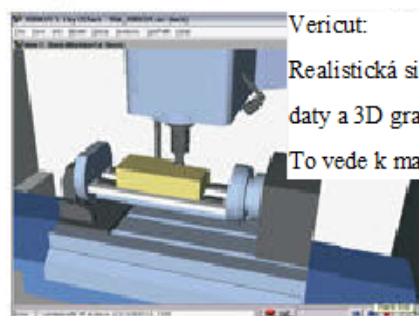
TDM: Generace nástrojů
do 2D a 3D dat



TDM: Výběr nástrojů pro
specifikaci NC programu



Vericut: Výběr ze seznamu nástrojů,
všechny odpovídající nástroje
spolu s 2D a 3D grafikou jsou
dodány ihned do Vericutu



Vericut:
Realistická simulace s přesnými nástrojovými
daty a 3D grafikou z TDM.
To vede k maximální přesnosti obrábění

Obr. č. 26 Spolupráce mezi systémem TDM a programu Vericut [8]

4. Zhodnocení provedených změn a stanovení přínosů pro praxi

4.1 Zavedení výdejového systému

Zda bude zaveden nový výdejový prvek do výroby nic nemění na tom, že je třeba podniknout tyto kroky:

- zmapovat stav všech nástrojů ve výdejové skříni (příliš opotřeбенé nástroje vyřadit)
- zaneíst všechny nástroje do nástrojové knihovny
- nástroje, které jsou často měněny, alespoň zdvojit (z důvodů zbytečných prostojů stroje)
- seřadit nástroje ve skříni pro jejich snadnější nalezení.

Výdejový systém by pak přinesl tyto změny:

- seřazení a evidence všech nástrojů ve výdeji
- možnost propojit výdejový systém s knihovnou nástrojů, což přináší možnost tedy okamžitě ověřit, zda se požadovaný nástroj nachází nejen v nástrojové knihovně, ale také ve výdeji
- záznam o vydání nástroje a jeho navrácení
- pokud nebude některý z nástrojů k dispozici, ihned o tom budeme informováni.

4.2 Zavedení seřizovacího stroje

Zavedením tohoto stroje do výroby odpadnou časy potřebné pro seřízení nástrojů (korekce), které jsou nutné při jeho novém použití (výměna). Zásadní změnou je, že v případě seřizování nástroje je potřeba nyní přerušit proces výroby, což přináší ekonomickou ztrátu. Po zavedení předseřizovacího zařízení (stroje) by pak byly tyto časy minimalizovány, nebo zcela odstraněny. Stroje třídy BMD 400v jsou také schopny spolupráce se systémem TDM, kdy je možné pomocí tohoto zařízení aktualizovat informace o nástroji do tohoto systému.

4.3 Rozšíření o modul OptiPath

Systém Vericut přináší zlepšení řezných parametrů ať už posuvů nebo drah nástrojů oproti NC kódu, který je vygenerován některým z CAD/CAM systémů, v této situaci je to NX Siemens.

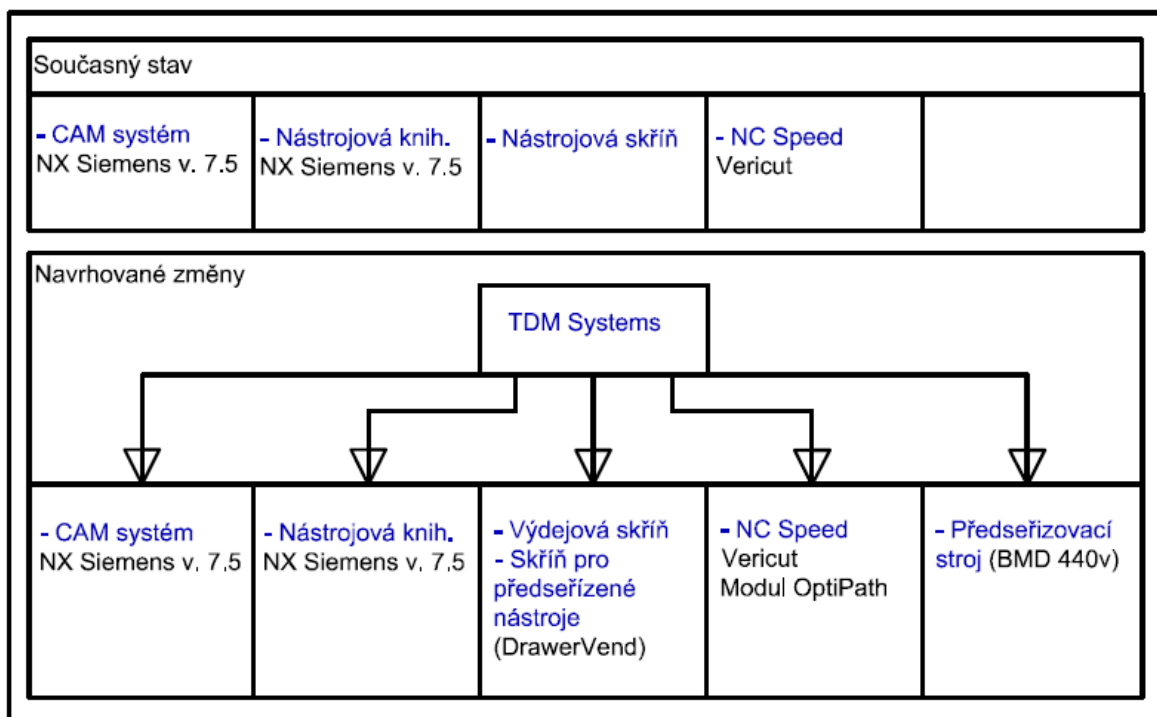
V případě využívání tohoto nástroje firmou Pramet Tool, lze vidět jako velmi reálnou možnost rozšířit tento Optimalizační nástroj NC kódu o modul OptiPath. Bylo by dosaženo ještě lepších výsledků, které by vedly k efektivnějšímu obrábění a tedy i zkrácení výrobních časů.

Výrobce uvádí, že při použití modulu OptiPath dochází k úspoře 10-25 % výrobního času.

4.4 Změny při zavedení systému Tool Managementu

Výhody, které tento systém řízení nástrojů přinese, budou možnosti spravovat, plánovat, organizovat a kontrolovat kompletní koloběh nástrojů ve firmě.

Tento systém umí spolupracovat nejen s CAM nástrojem Siemens NX, ale tak i s výdejovým systémem, optimalizačním programem NC kódu Vericut, tak i se stroji, které jsou používány pro předseřízení nástrojů a mnohé další. Spolupráce mezi těmito softwary spočívá především v možnosti pracovat s konkrétními nástroji a jejich přímý převod do CAM systémů a simulace s podporou úplných informací o nástroji. Některé funkce lze řešit pomocí knihovny výrobních nástrojů aplikace Teamcenter, součástí CAM systému NX, jako importace katalogů od výrobců, sledování projektu atd.



Obr. č. 27 Navrhované změny

TDM systems je využíván ve značné míře po celém světě, z tuzemských výrobců mohu jmenovat firmu Škoda Plzeň. Nevýhodou je nutnost dokupování dalších balíčků tohoto systému. Je také zapotřebí osoby, které budou s tímto systémem pracovat, patřičně zaškolit v oblastech TDM systems.

4.5 Ekonomické zhodnocení zavedených změn

Ceny jednotlivých změn, které zde budou uvedeny, jsou pouze přibližné a v případě ekonomického zhodnocení se jedná o pouhý odhad. Firma Pramet Tool s.r.o. uvažuje o zavedení systému TDM v roce 2015 a ekonomické zhodnocení tak ještě nebylo provedeno.

Cena základního modulu TDM pro správu nástrojů je přibližných 650 000,- Kč.

Při zavedení balíčků TDMstoreasy a TDMshopcontrol tak je cena za všechny moduly cca 1 200 000,- Kč. Nástrojová skříň Regas stojí 13 500,- Kč. Modul OptiPath potom cca 150 000,- Kč.

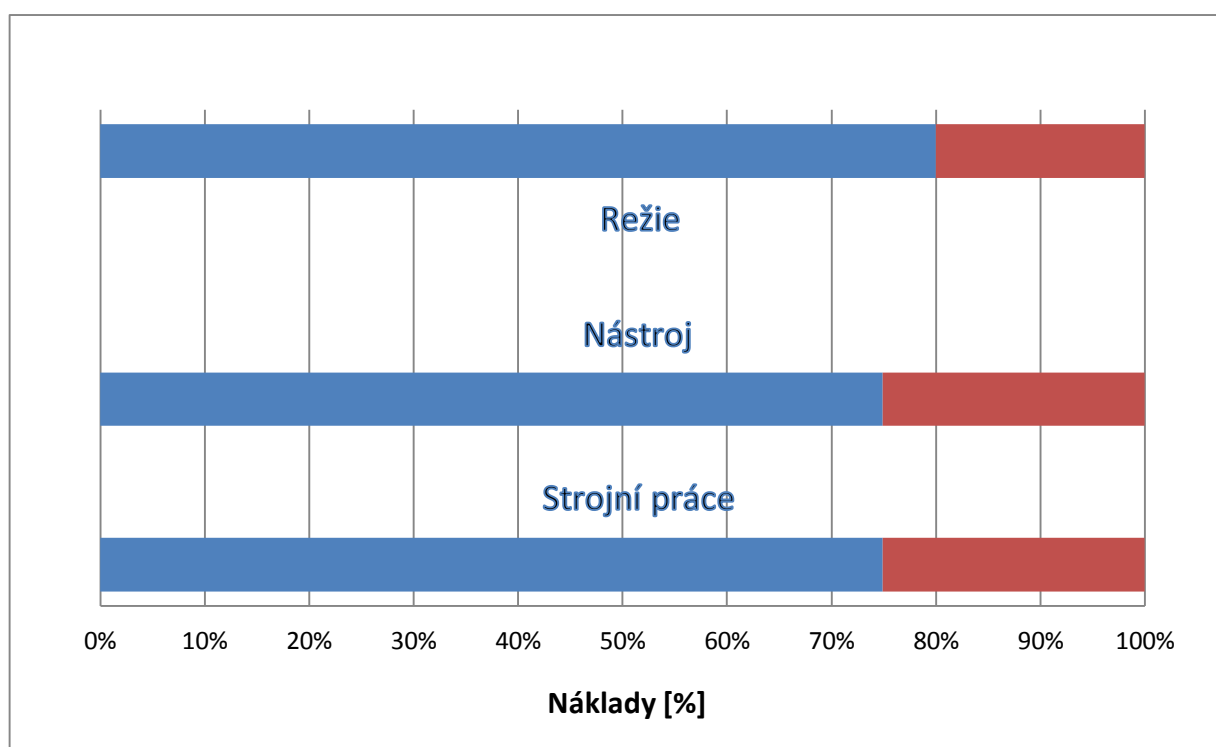
Cena seřizovacího stroje BMD modelu 440v je 250 000,- Kč. Výdejový systém pak cca 400 000,- Kč.

Tab. č. 5 ceny jednotlivých změn

Změna	Skříň Regas	Seřizovací stroj 440v	Vericut modul OptiPath	Výdejový systém
Cena v Kč	13 500	250 000	150 000	400 000

Výsledná cena uvedených změn by se potom měla blížit cca 2 000 000,- Kč.

Po zavedení změn by se měly celkové náklady snížit o cca 20 %. Největší úspory by se měly projevit v nákladech na nástroje, strojní práci a režii (řízení a organizace).



Obr. č. 28 Ekonomické přínosy

Přičemž náklady na nástroje by se mohly snížit až o 25 %. Náklady na strojní práci při zavedení modulu OptiPath a předseřizovacího stroje, při správném dodržení optimalizace, by se mohly snížit až o 25 %. Musíme také počítat se snížením režijních nákladů z důvodů zavedení TDM a výdejového zařízení a to cca 20 %.

Závěr

Díplomová práce se zabývala systémem řízení nástrojů ve výrobě (Tool Management) a jeho zdokonalení při výrobě lůžek pro vyměnitelné břitové destičky. Popisuje stávající systém řízení v podniku, a to výdejový systém, CAD/CAM systém, optimalizační software NC kódu Vericut, atd.

Cílem práce bylo navrhnout změny, které do výrobního procesu zařadit, aby byl zpřehledněn, lépe plánovaný, organizovaný, bylo docíleno redukce nástrojů a zkráceny časy ve výrobě. Změny, které by měly tyto věci upravit, je zavedení nového výdejového systému, rozšíření programu Vericut o modul OptiPath, použití seřizovacího stroje nástrojů a využití počítačového systému Tool Managementu od firmy TDM systems. Tento systém pak byl doporučen ve třech balíčcích a to základní modul, TDMstoreasy a TDMshopcontrol.

Na závěr bylo stanoveno ekonomické zhodnocení provedených změn, které by mělo přinést úspory cca 20 % celkových nákladů. Pokud se totiž chtějí české nástrojárny udržet plně konkurenceschopnými se světovou špičkou, je třeba zaměřit své úsilí nejen na technické vybavení výroby, ale také na problémy v předvýrobě a výrobě spojenými se systémem organizace a řízení nástrojů.

Seznam použité literatury

- [1] Tool Management – optimální využití moderních řezných nástrojů [online].[cit.2014-1-15]- <http://www.mmspektrum.com/clanek/tool-management-optimalni-vyuziti-modernich-reznych-nastroju.html>
- [2] PLÁNIČKA F. VLČKOVÁ L., Zvyšování produktivity a snižování řezných nákladů [online].[cit.2014-1-15]- <http://www.mmspektrum.com/clanek/zvysovani-produktivity-a-snizovani-nakladu.html>
- [3] Ing. JANOUSEK V., Optimalizace výrobního procesu [online].[cit.2014-1-15]- <http://www.mmspektrum.com/clanek/optimalizace-vyrobniho-procesu.html>
- [4] Doc. Ing. CHLADIL J. CSc., Ing. KOVÁR L., Aplikace PC pro optimalizaci řezných podmínek [online].[cit.2014-1-16]- <http://fstroj.utc.sk/journal/sk/015/015.htm>
- [5] Pramet Tool s.r.o.: O společnosti Pramet tool. [online].[cit.2014-1-16]- <http://www.pramet.com/cz/o-spolecnosti.html>
- [6] Versino CZ, s.r.o.: Podnikový informační systém SAP Business One,[online].[cit.2014-1-20] <http://www.versino.cz/Produkty/Podnikovy-informacni-system-SAP-Business-One.aspx>
- [7] Tadcon s.r.o.: Enterprise Tool Management Software, [online].[cit.2014-2-20] <http://www.tadcon.com/>
- [8] CGtech: TDM systems [online].[cit.2014-3-20] <http://www.cgtech.com/solutions/interface-showrooms/tdm-systems/>
- [9] BRYCHTA J., ČEP R., SADÍLEK M., PETŘKOVSKÁ L., NOVÁKOVÁ J., Nové směry v progresivním obrábění. 1. Vyd. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2007. 251s. ISBN 978-80-248-1505-3 [online].[cit.2014-4-20] <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/NSPO/texty.pdf>
- [10] ČERNÝ J., Vericut pokročilé simulace obráběcích strojů, [online].[cit.2014-1-20] <http://www.technikaatrh.cz/it-ve-vyrobe/vericut-pokrocile-simulace-obrabecich-stroju>
- [11] Seco Tools s.r.o.: Příručka pro technology: Ekonomika výroby a celková optimalizace [online]. cit.2014-3-20] <http://www.digitovarna.cz/clanek-84/prirucka-pro-technology-ekonomika-vyroby-a-celkova-optimalizace-1-cast.html>

- [12] KARLÍK A., Vertikální obráběcí centrum MCV 754 QUICK: [online]. cit.2014-3-20] <http://novinky.strojnet.cz/clanek/32/>
- [13] LogiMAN s.r.o.: Výdejní automaty nástrojů [online]. cit.2014-3-20] <http://www.logiman.cz/automaticke-vydejni-systemy/>
- [14] Regaz s.r.o.: Nástrojová skříň regaz [online]. cit.2014-3-20] <http://www.regaz.eu/nastrojova-skrin-s-kridlovymi-dvermi-372.html#>
- [15] CAD: TDM Systems na EMO 2013 představí TDM V.4.6 [online].[cit.2014-2-20] <http://www.cad.cz/aktuality/77-aktuality/4387-tdm-systems-na-emo-2013-predstavi-tdm-v46.html>
- [16] DVOŘÁK R., Toolmanagement do moderní výroby. [online].[cit.2014-2-20] <http://www.mmspektrum.com/clanek/toolmanagement-do-moderni-vyroby.html>
- [17] TDM Systems s.r.o.: TDM systems [online].[cit.2014-2-20] <http://www.tdmsystems.com/en/software/interfaces.htm>
- [18] BMD a.s.: Seřizovací přístroje BMD 400v [online].[cit.2014-1-20] <http://www.bmd.cz/serizovani-nastroju/serizovaci-pristroje>
- [19] MacteWend s.r.o.: DrawerWend [online].[cit.2014-3-20] <http://www.mactevend.cz/cz/produktova-rada-mactevend/drawervend>
- [20] Siemens PLM Software: Teamcenter - knihovna výrobních nástrojů [online]. [cit.2014-3-20] <http://www.cad.cz/component/content/article/4009.html>
- [21] CAD-FEM: Technologické simulace v prostředí CAM [online].[cit.2014-3-5] <http://cad-fem.cz/info-portal/obrabeni/simulace-nx-cam>
- [22] CIMR I., SolidCAM CZ reaguje na test CAM softwaru: Při obrábění nejde jen o čas [online]. [cit.2014-2-5] <http://www.prumysl.cz/solidcam-cz-reaguje-na-test-cam-softwaru-pri-obrabeni-nejde-jen-o-cas/>
- [23] Siemens PLM Software: Představujeme NX 7.5 – 1. část: Nový rozměr PLM [online]. [cit.2014-3-5] <http://www.caxmix.cz/2010/10/19/predstavujeme-nx-7-5-%E2%80%93-1-cast-novy-rozmer-plm/>

[24] Elekov Production s.r.o.: CNC soustružení [online].[cit.2014-3-5]
http://www.elakov.cz/cnc_soustruzeni.php

Poděkování

Děkuji Ing. et Ing. Mgr. Jana Petru, Ph.D. za připomínky a cenné informace k řešené problematice a panu Ing. Jaroslavu Václavkovi ze společnosti Pramet Tool s.r.o. za pomoc při diplomové práci.